



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان



# حفظ و بهره‌وری آب

مجله ترویجی

جلد اول، دوره هفتم، شماره ۱۳، بهار و تابستان ۱۴۰۵

انتخاب ژنوتیپ مناسب گندم دوروم برای شرایط کم‌آب جنوب خوزستان: نتایج یک پژوهش مزرعه‌ای

نقش آموزش‌های زیست‌محیطی در ارتقای مدیریت پایدار آب و سازگاری با خشکسالی در میان زنان خانه‌دار

معرفی گندم دوروم فرزادی دارای پتانسیل عملکرد بالا جهت کاشت در مناطق گرم شهرستان ارزونیه

استان کرمان

گندم بامداد (لاین ۱۲-۹۷-M): انتخابی مطمئن برای مدیریت خشکی آخر فصل و پایداری تولید گندم در

استان اصفهان

افزایش بهره‌وری آب و درآمد خالص مزارع ذرت منطقه استهبان با استفاده از فناوری‌های کاهش مصرف

آب

مدیریت هوشمند آبیاری گندم: راهکاری برای صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش عملکرد

معرفی دور آبیاری و سطح بهینه تأمین آب گندم در سامانه بارانی تاشو (رین فلت)

## مجله " حفظ و بهره وری آب "

با درجه علمی- ترویجی مطابق ابلاغ مجوز شماره ۸۸۳۷/۲۲۱ مورخه ۱۳۹۸/۵/۱۳ سازمان  
تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

صاحب امتیاز: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان

مدیر مسئول: هادی زهدی

سر دبیر: نادر کوهی

اعضای هیات تحریریه (به ترتیب حروف الفبا)

|                                                                                |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| دکتری آبیاری مدیر عامل موسسه پژوهشی آب و توسعه پایدار فلات                     | شهریار باستانی        |
| دکتری ترویج کشاورزی استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی فارس                | آرمان بخشی جهرمی      |
| دکتری مهندسی آب استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان                       | نوید جلال کمالی       |
| دکتری طراحی سیستمهای آبیاری تحت فشار دانشیار، موسسه تحقیقات فنی مهندسی کشاورزی | حسین دهقانی سانیچ     |
| دکتری فیزیک و حفاظت خاک دانشیار، موسسه تحقیقات خاک و آب کشور                   | ناصر دوات گر          |
| دکتری بیولوژی دریا استادیار، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی ایران                   | منصور شریفیان         |
| دکتری آبیاری و زهکشی استادیار، پژوهشکده پسته                                   | ناصر صداقتی           |
| دکتری منابع آب استادیار، دانشگاه تحصیلات تکمیلی و پیشرفته کرمان                | احمد صادق غضنفری مقدم |
| مهندسی آبیاری و زهکشی مدیر آب و خاک و امور فنی مهندسی استان کرمان              | محمد کهنوجی           |
| دکتری آبیاری و زهکشی استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی کرمان              | نادر کوهی چله کران    |
| دکتری ژنتیک و اصلاح نباتات دانشیار، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده کشاورزی  | قاسم محمدی نژاد       |

مدیر داخلی : لاله یزدانپناه گوهرریزی

ویراستار علمی : حمید نجفی نژاد

ویراستار ادبی : سیدذبیح الله راوری

کارشناس نشریه : مریم روزبه

صفحه آرا و طراح جلد : امین دهقان

پست الکترونیکی مجله: [jwcp@areeo.ac.ir](mailto:jwcp@areeo.ac.ir)

آدرس سایت مجله: <http://jwcp.areeo.ac.ir>

## راهنمای نگارش و شرایط پذیرش مقاله

### الف. روش نگارش:

مقاله‌ها باید در ابعاد ۲۹×۲۱ سانتیمتر (A۴) با حفظ ۲/۵ سانتیمتر حاشیه از هر طرف و یک سانتیمتر فاصله بین سطرها، به صورت تایپ رایانه‌ای و به زبان فارسی تهیه و ارسال شوند. محتوای مقاله نباید از ۱۰ صفحه تجاوز کند. مقالات باید با نرم افزار Word ۲۰۰۷ به بالا، با قلم B-Lotus با اندازه ۱۲ برای متن فارسی و با قلم Roman New Time با اندازه ۱۰ برای متن انگلیسی نگارش شوند و از طریق سامانه بصورت الکترونیکی ارسال شوند.

### ب. ساختار مقالات

- ❖ عنوان مقاله: عناوین مقاله‌ها باید کوتاه (حداکثر ۱۵ کلمه)، ترویجی و جذاب برای مخاطبین باشند و منعکس کننده محتوای کامل مقاله باشد. قلم نگارش عنوان، B-Titr به اندازه ۱۴ است.
- ❖ نام پدیدآورنده(گان) و وابستگی سازمانی( بر اساس شیوه‌نامه "درج نام سازمان در انتشارات علمی"). قلم نگارش نویسندگان و آدرس آنها، B-Lotus به اندازه ۱۲ و ایتالیک است.
- ❖ چکیده فارسی( حداکثر ۲۵۰ کلمه): در این قسمت بطور خلاصه بیان مسئله و معرفی دستاورد و نحوه استفاده از آن در سطح میدانی توضیح داده شود. از اصطلاحات علمی و تخصصی استفاده نشود. قلم نگارش چکیده، ۱۱ B-Lotus است.
- ❖ واژگان کلیدی: تعداد ۶ واژه کلیدی مرتبط با موضوع آورده شود .
- ❖ متن اصلی مقاله
- ❖ بیان مسئله( حداکثر ۵۰۰ کلمه): در این قسمت مشکل موجود و اهمیت آن توضیح داده شود
- ❖ معرفی دستاورد یا راهکار( حداکثر ۲۰۰۰ کلمه): در این قسمت به معرفی دستاورد، اهمیت آن و دستورالعمل پیاده سازی آن به شکل گام به گام و با جزئیات به زبان ساده و به شکل مصور پرداخته می‌شود.
- ❖ توصیه ترویجی (جمع‌بندی)( حداکثر ۲۵۰ کلمه)
- ❖ فهرست منابع: حداکثر ۱۰ منبع و آن هم منابع کاملاً مرتبط که دستاورد حاضر نتیجه آن مستندات علمی (گزارشات نهایی پروژه‌ها و طرح‌های تحقیقاتی، مقالات علمی و ...) است، آورده شود.

### پ. ویژگی‌های الزامی در نگارش مقاله

- ❖ حتما موضوع مقاله از موضوعات روز و مهم مرتبط با دامنه موضوعی مجله باشد.
- ❖ به هیچ وجه مقالات با فرمت مجلات علمی پژوهشی که حاوی مواد و روشها، مرور منابع، نتایج و بحث، چکیده انگلیسی و فرمول‌های علمی هستند، تهیه نشوند.

- ❖ متن به نحوی نگارش شود که دستاورد مربوطه قابلیت عملیاتی‌سازی و پیاده‌سازی در سطح میدانی داشته باشد.
- ❖ حتماً از عکس‌ها و تصاویر جذاب و مرتبط برای بیان موضوع استفاده شود (عکس‌ها با کیفیت بالاتر از ۳۰۰ dpi باشند)
- ❖ مطالب تا حد ممکن کوتاه تهیه شده و از ارائه عبارات نامرتبط یا فرمول‌های علمی پرهیز شود؛
- ❖ از به کارگیری اصطلاحات فنی و تخصصی که برای جامعه بهره‌برداران نامفهوم است، خودداری شود؛
- ❖ از جملات کوتاه، ساده و روان در نوشتار استفاده شود؛
- ❖ بر جنبه‌های کاربردی و موردنیاز بهره‌برداران تأکید شود؛
- ❖ از آوردن منابع و رفرنس‌های طولانی برای مقاله خودداری شود؛
- ❖ مقاله‌ها فاقد چکیده انگلیسی باشند؛
- ❖ مسئولیت صحت و سقم محتوای علمی مقاله و ترتیب نام نویسنده (نویسندگان) بر عهده شخصی است که مقاله را به مجله ارسال می‌کند (نویسنده مسئول)



## فهرست

- انتخاب ژنوتیپ مناسب گندم دوروم برای شرایط کم آب جنوب خوزستان: نتایج  
علی اکبرآبادی  
یک پژوهش مزرعه‌ای
- نقش آموزش‌های زیست‌محیطی در ارتقای مدیریت پایدار آب و سازگاری با  
منصوره تشکری زاده  
خشکسالی در میان زنان خانه‌دار
- معرفی گندم دوروم فرزادی دارای پتانسیل عملکرد بالا جهت کاشت در مناطق گرم  
محمدعلی جواهری  
شهرستان ارزوئیه استان کرمان
- گندم بامداد (لاین-۹۷M-۱۲)؛ انتخابی مطمئن برای مدیریت خشکی آخر فصل  
حمید دهقان زاده جزی  
و پایداری تولید گندم در استان اصفهان
- افزایش بهره‌وری آب و درآمد خالص مزارع ذرت منطقه استهبان با استفاده از  
محمدعلی شاهرخ نیا  
فناوری‌های کاهش مصرف آب
- مدیریت هوشمند آبیاری گندم؛ راهکاری برای صرفه‌جویی در مصرف آب و  
مصطفی گودرزی  
افزایش عملکرد
- معرفی دور آبیاری و سطح بهینه تأمین آب گندم در سامانه بارانی تاشو (رین فلت)  
نادر نادری

## سخن سردبیر

الگوی کشت؛ ضرورتی برای کشاورزی پایدار و امنیت غذایی

کشاورزی امروز بیش از هر زمان دیگری نیازمند تصمیم‌گیری هوشمندانه و مبتنی بر واقعیت‌های اقلیمی، اقتصادی و اجتماعی است. افزایش جمعیت، محدودیت منابع آب و خاک، تغییرات اقلیمی و ضرورت تأمین امنیت غذایی، همگی ما را به این پرسش اساسی رهنمون می‌کنند که «چه محصولی، در کجا، چه زمانی و به چه میزان کشت شود؟» پاسخ علمی و عملی به این پرسش، در مفهوم الگوی کشت نهفته است.

الگوی کشت صرفاً تعیین فهرستی از محصولات برای کشت نیست؛ بلکه برنامه‌ای جامع برای ایجاد تعادل میان منابع موجود، نیازهای غذایی جامعه، ظرفیت‌های تولیدی مناطق و منافع اقتصادی کشاورزان است. انتخاب محصول مناسب باید بر اساس عواملی همچون میزان آب در دسترس، شرایط اقلیمی، کیفیت خاک، نیاز بازار، ارزش اقتصادی محصول و مزیت نسبی هر منطقه صورت گیرد.

در کشور ما، مسئله آب اهمیت دوچندانی دارد. ادامه کشت محصولات آب‌بر در مناطق کم‌آب، علاوه بر افزایش فشار بر منابع زیرزمینی و سطحی، می‌تواند پایداری تولید و معیشت کشاورزان را در بلندمدت با خطر مواجه کند. از این رو، اصلاح الگوی کشت باید به‌عنوان بخشی از راهبرد مدیریت منابع آب و سازگاری با تغییرات اقلیمی مورد توجه قرار گیرد.

از سوی دیگر، توسعه کشت محصولات کم‌آب‌بر، ارقام مقاوم به خشکی و شوری، روش‌های نوین آبیاری، کشت‌های گلخانه‌ای و فناوری‌های دقیق کشاورزی می‌تواند به افزایش بهره‌وری منابع کمک کند. هدف نباید صرفاً کاهش مصرف آب باشد؛ بلکه باید افزایش تولید و درآمد به ازای هر واحد آب و زمین باشد.

نادر کوهی

تابستان ۱۴۰۵

## انتخاب ژنوتیپ مناسب گندم دوروم برای شرایط کم آب جنوب خوزستان: نتایج یک پژوهش مزرعه‌ای

علی اکبرآبادی<sup>۱\*</sup>، توحید نجفی میرک<sup>۲</sup>



۱- استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

۲- دانشیار بخش تحقیقات غلات، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج کشاورزی، کرج، ایران

E-mail: a.akbarabadi@areeo.ac.ir

### چکیده

افزایش بهره‌وری آب در تولید گندم دوروم، به‌ویژه در مناطق گرم و کم‌آب مانند جنوب خوزستان، مستلزم معرفی ارقامی است که ضمن داشتن عملکرد مطلوب، مصرف آب کارآمدتری داشته باشند. در این پژوهش کاربردی - ترویجی، دو لاین امیدبخش که از برنامه به‌نژادی سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۲ به‌دست‌آمده بودند، در سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ به همراه رقم شاهد «تابان» در مزارع کشاورزان سه شهرستان خرمشهر، حمیدیه و باوی (استان خوزستان) مورد مقایسه قرار گرفتند. هر تیمار در سطح ۲۰۰۰ مترمربع و با تراکم ۴۰۰ بذر در مترمربع کشت شد. نتایج نشان داد لاین ۱۴-۱۴۰۰-D با میانگین عملکرد ۴۳۸۳ کیلوگرم در هکتار در سه منطقه، بالاترین عملکرد نسبی را نشان داد، درحالی‌که رقم تابان در منطقه خرمشهر پایین‌ترین مقدار عملکرد (۳۷۲۰ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص داد. لاین یادشده علاوه بر برتری در عملکرد، از نظر پتانسیل اجزای عملکرد شامل تعداد سنبله در مترمربع و وزن هزار دانه نیز مقادیر بالاتری نسبت به سایر تیمارها ثبت کرد. به کشاورزان جنوب خوزستان و مناطق با اقلیم مشابه توصیه می‌شود برای کاهش ریسک تنش‌های انتهایی فصل و دستیابی به پایداری تولید در سال‌های کم‌آب، کشت لاین‌های متحمل و دارای پتانسیل عملکرد بالا مانند ۱۴-۱۴۰۰-D را در اولویت برنامه کشت خود قرار دهند.

واژه‌های کلیدی: گندم دوروم، بهره‌وری آب، شرایط کم‌آب، لاین‌های امیدبخش، عملکرد دانه، اقلیم گرم

## بیان مسئله

گندم دوروم (*Triticum turgidum* subsp. durum) یکی از مهم‌ترین غلات جهان است که عمدتاً در اقلیم‌های مدیترانه‌ای کشت می‌شود و نقش اساسی در تولید محصولاتی نظیر پاستا ایفا می‌کند. تولید جهانی این محصول سالانه بالغ بر ۳۵ تا ۴۰ میلیون تن برآورد می‌شود (۸). با این حال، کشت گندم دوروم به طور فزاینده‌ای با چالش‌های زیستی و غیرزیستی متعددی از جمله کمبود آب، دمای شدید و شیوع بیماری‌های قارچی نظیر زنگ زرد مواجه است که می‌تواند کاهش چشمگیری در عملکرد به همراه داشته باشد. انتخاب ژنوتیپ مناسب برای هر اقلیم، نیازمند ارزیابی سیستماتیکی است که بتواند ارقام متحمل به این تنش‌های محلی را شناسایی کند. اقلیم جنوب استان خوزستان با چالش‌های منحصربه‌فردی نظیر دمای بالا، شوری خاک، محدودیت منابع آبی و همچنین شکسته شدن مقاومت ارقام تجاری در برابر نژادهای جدید بیماری‌ها همراه است که توجه ویژه در برنامه‌های به‌نژادی را ضروری می‌سازد.

آزمایش‌های چند مکان (ارزیابی هم‌زمان ژنوتیپ‌ها در چندین محیط) از ارکان اصلی برنامه‌های به‌نژادی گندم دوروم به شمار می‌روند. این آزمایش‌ها به محققان امکان می‌دهند تا نحوه عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف را در شرایط محیطی گوناگون ارزیابی کرده و آن دسته از لاین‌هایی را که سازگاری گسترده‌ای دارند، شناسایی کنند. فرایند ارزیابی نه تنها عملکرد دانه، بلکه صفات مهم زراعی دیگر مانند مقاومت به بیماری‌ها و ویژگی‌های کیفی بذر را نیز در بر می‌گیرد. آزمایش‌های سیستماتیک در چندین مکان، امکان شناسایی محیط‌هایی را فراهم می‌کند که به دلیل توانایی در تمایز بین ژنوتیپ‌ها و در عین حال نمایندگی از منطقه تولید هدف، به عنوان مکان‌های ایدئال آزمایشی عمل می‌کنند (۵). این رویکرد جامع تضمین می‌کند که ژنوتیپ‌های منتخب، عملکرد پایداری در شرایط محیطی متفاوت داشته باشند، نه اینکه فقط در مکان‌های خاص برتر باشند. این ویژگی، برای توسعه ارقام تجاری گندم دوروم قابل توصیه به کشاورزان، بسیار حیاتی است.

ادامه تحقیقات و ارزیابی لاین‌های امیدبخش گندم دوروم در شرایط مزارع کشاورزان، اهمیت به‌کارگیری استراتژی‌های به‌نژادی سازگار با اقلیم را در مواجهه با تغییرات اقلیمی و دغدغه‌های امنیت غذایی برجسته می‌کند. از آنجاکه سامانه‌های کشاورزی به طور فزاینده‌ای با چالش‌های آب‌وهوایی شدید مواجه هستند، یافته‌های حاصل از ارزیابی عملکرد برای توسعه ارقام مقاوم و پرمحصول که هم اهداف بهره‌وری و هم پایداری را در کشاورزی نوین برآورده می‌سازند، نقشی حیاتی دارد (۳، ۱۰).

توسعه کشت گندم دوروم در مناطق گرم کشور با دو چالش اصلی مواجه است: فرسایش ژنتیکی ارقام تجاری و کاهش تنوع ژنتیکی که منجر به شکست مقاومت در برابر نژادهای جدید بیماری زنگ زرد می‌شود، و محدودیت شدید منابع آبی که بهره‌وری پایین آب در ارقام حساس را تشدید می‌کند. از این رو، معرفی ژنوتیپ‌های ایدئال (متضمن مقاومت به بیماری + کارایی بالای مصرف آب) و افزایش تنوع ژنتیکی در ارقام تجاری گندم دوروم ویژه مناطق گرم کشور، یک ضرورت انکارناپذیر محسوب می‌شود؛ لذا با توجه به مبانی یادشده، اهداف این پژوهش به شرح زیر است: افزایش تولید در واحد سطح از طریق معرفی و آزادسازی ارقام پرمحصول‌تر نسبت به رقم شاهد در مزارع اقلیم گرم استان خوزستان و توصیه برای اقلیم‌های مشابه و همچنین معرفی ژنوتیپ‌های ایدئال و ایجاد تنوع در ارقام تجاری گندم دوروم خاص منطقه گرم، به دلیل فرسایش ژنتیکی و شکسته شدن مقاومت نسبت به نژادهای جدید عوامل بیماری‌زا (به‌ویژه زنگ زرد) در منطقه مورد مطالعه است.

## معرفی دستاورد

این پژوهش در قالب پروژه تحقیقی - ترویجی و در شرایط واقعی مزارع کشاورزان استان خوزستان اجرا گردید. مکان‌یابی پروژه با هماهنگی مدیریت ترویج استان در سه شهرستان خرمشهر، باوی و حمیدیه انجام شد. هدف از انتخاب این مناطق، پوشش تنوع اقلیمی و خاکی جنوب خوزستان و امکان تعمیم نتایج به مناطق مشابه بود.

این پژوهش در سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ اجرا گردید. عملیات آماده‌سازی زمین در اواخر مهرماه ۱۴۰۳ آغاز شد. زمین با شخم (گاواهن برگردان‌دار) و دو دیسک عمود بر هم (برای نرم‌کردن و تسطیح خاک) آماده گردید. قبل از کاشت، نمونه‌برداری از خاک انجام و میزان کودهای موردنیاز بر اساس نتایج آزمون خاک تعیین شد (جدول ۱). یک‌سوم کود نیتروژن توصیه شده به همراه بذر در زمان کاشت مصرف شد و باقیمانده آن در دو مرحله ساقه رفتن و اوایل خوشه‌دهی به‌صورت سرک و همراه با آبیاری به مزرعه اضافه گردید.

جدول ۱- نتایج آزمون خاک مزارع مورد مطالعه (مقادیر میانگین)

| شهرستان | pH  | EC (dS/m) | ماده آلی (%) | نیتروژن کل (ppm) | فسفر قابل جذب (ppm) | پتاسیم قابل جذب (ppm) | بافت خاک    |
|---------|-----|-----------|--------------|------------------|---------------------|-----------------------|-------------|
| خرمشهر  | ۶/۷ | ۲/۳       | ۸            | ۲۵               | ۱۲                  | ۱۸۰                   | لوسی - رومی |
| حمیدیه  | ۴/۷ | ۵/۲       | ۱/۱          | ۳۰               | ۱۵                  | ۲۲۰                   | لومی        |
| باوی    | ۸/۷ | ۸/۳       | ۶            | ۲۰               | ۱۰                  | ۱۶۰                   | رسی - لومی  |

کاشت در آذر ماه ۱۴۰۳ انجام شد. بذرهای ابتدا بوجاری (حذف دانه‌های شکسته، نارس و علف‌های هرز) و ضدعفونی (با قارچ‌کش مناسب برای کنترل بیماری‌های قارچی خاک‌زاد) شدند. سپس با استفاده از دستگاه خطی کار غلات (بذرکار مکانیکی) با تراکم ۴۰۰ بذر در مترمربع کشت گردیدند. مساحت هر تیمار (هر ژنوتیپ) در هر منطقه ۲۰۰۰ مترمربع (معادل یک قطعه مزرعه معمولی) در نظر گرفته شد. بلافاصله پس از کاشت، آبیاری اولیه (آبیاری خاک‌آب) برای سبزشدن یکنواخت بذرهای انجام شد.

به دلیل هدف اصلی پژوهش (ارزیابی در شرایط واقعی و با تأکید بر بهره‌وری آب)، آبیاری به روش سطحی (ثقلی) و مطابق با نیاز آبی گیاه و عرف زارعین منطقه انجام شد. لازم به ذکر است که عرف زارعین در مناطق خرمشهر و باوی، به دلیل محدودیت منابع آب شبکه‌های آبیاری، عموماً با تأخیر در دور آبیاری و تنش خشکی انتهای فصل (کم‌آبیاری ناخواسته) همراه است؛ درحالی‌که منطقه حمیدیه شرایط مطلوب‌تری از نظر دسترسی به آب داشت. برنامه آبیاری بر اساس مراحل رشد گندم (جوانه‌زنی، ساقه‌رفتن، خوشه‌دهی، پر شدن دانه و رسیدگی) تنظیم گردید. تعداد دفعات و حجم آب مصرفی در هر منطقه ثبت شد تا امکان محاسبه دقیق بهره‌وری آب (نسبت عملکرد دانه به حجم آب مصرفی) فراهم شود. در طی فصل رشد، کلیه عملیات داشت مطابق با الگوی رایج منطقه انجام شد (جدول ۲).

## جدول ۲- عملیات انجام شده طی مرحله داشت پروژه

| مرحله             | عملیات انجام شده                                                                  | زمان/شرایط                              |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| کنترل علف‌های هرز | استفاده از علف‌کش‌های اختصاصی برای علف‌های هرز پهن برگ و نازک برگ                 | اسفندماه ۱۴۰۳ (بر اساس شرایط آب‌وهوایی) |
| بازدیدهای منظم    | بازدید از مزرعه به صورت هفتگی و ثبت مشاهدات                                       | کل دوره رشد                             |
| یادداشت‌برداری    | ثبت تاریخ رسیدگی فیزیولوژیک، میزان خوابیدگی (ورس)، علائم آفات و بیماری‌ها         | از کاشت تا برداشت                       |
| نمونه‌برداری      | برداشت تصادفی نمونه‌ها برای اندازه‌گیری اجزای عملکرد (تعداد سنبله، وزن هزار دانه) | مراحل میانی و انتهایی رشد               |

در پایان فصل رشد (اواخر فروردین تا اوایل اردیبهشت ۱۴۰۴، بسته به منطقه و رسیدگی)، هر تیمار به طور جداگانه با کمباین برداشت شد. عملکرد دانه هر ژنوتیپ در هر منطقه با توزین دقیق تعیین گردید. همچنین نمونه‌هایی از دانه‌ها برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه و رطوبت گرفته شد تا عملکرد بر اساس رطوبت استاندارد (۱۴ درصد) تصحیح گردد. با توجه به ماهیت کاربردی - ترویجی پژوهش و اجرای آن در شرایط واقعی مزارع، ارزیابی‌ها بر اساس مقایسه عملکرد نسبی لاین‌ها با رقم شاهد در هر محیط به صورت جداگانه انجام گرفت. در این بخش، نتایج حاصل از اجرای آزمایش در سه منطقه باوی، حمیدیه و خرمشهر به تفکیک ارائه شده و سپس میانگین عملکرد و صفات مرتبط مورد بحث قرار گرفته است.

### نتایج مزرعه‌ای منطقه باوی

نتایج مقایسه صفات زراعی در منطقه باوی در جدول ۴ ارائه شده است. از نظر تعداد روز تا پنجه‌دهی، هر سه ژنوتیپ در فاصله زمانی ۲۷ روزه این مرحله را کامل کردند. تعداد روز تا سنبله‌دهی بین ۸۴ تا ۸۷ روز و رسیدگی فیزیولوژیک بین ۱۱۲ تا ۱۱۴ روز متغیر بود. به طور کلی اختلاف معناداری در صفات فنولوژیک ژنوتیپ‌ها مشاهده نشد؛ باین‌حال رقم شاهد «تابان» با ۹۲ سانتی‌متر بلندترین و لاین D-۱۴۰۰-۱۴ با ۸۶ سانتی‌متر کوتاه‌ترین ارتفاع را نشان دادند.

عملکرد دانه رقم «تابان» با ۳۹۰۰ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار عملکرد را نشان داد، در حالی که لاین D-۱۴۰۰-۱۴ با ۴۰۵۰ کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد نسبی را به ثبت رساند. یکی از دلایل اصلی برتری لاین D-۱۴۰۰-۱۴، وزن هزار دانه بیشتر (۴۳ گرم در برابر ۳۹ گرم رقم شاهد) بود (جدول ۳). جبور و همکاران (۹) نیز گزارش کردند که تنش خشکی به طور متوسط باعث کاهش ۴۱ درصدی عملکرد گندم دوروم می‌شود و وزن هزار دانه مهم‌ترین صفت برای سازگاری با این تنش است. این یافته با مشاهده ما در منطقه باوی همخوانی کامل دارد.

در مجموع، در منطقه باوی هر دو لاین D-۱۴۰۰-۱۴ و D-۱۴۰۰-۱۸ عملکرد بالاتری نسبت به شاهد داشتند و با توجه به شرایط نامساعد آب‌وهوایی سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ در استان خوزستان، این لاین‌ها گزینه‌های مناسبی برای کشت در اقلیم منطقه محسوب می‌شوند.

جدول ۳- میانگین صفات زراعی و عملکرد و اجزای عملکرد لاین‌های امیدبخش و رقم شاهد در منطقه باوی

| لاین / رقم | روز تا پنجه‌دهی | روز تا ظهور سنبله | روز تا رسیدگی | ارتفاع بوته (سانتیمتر) | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) | وزن هزار دانه (گرم) | تعداد دانه در سنبله | تعداد سنبله در مترمربع |
|------------|-----------------|-------------------|---------------|------------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|------------------------|
| تابان      | ۲۷              | ۸۶                | ۱۱۳           | ۹۲                     | ۳۹۰۰                           | ۳۹                  | ۴۶                  | ۳۴۹                    |
| D-۱۴۰۰-۱۴  | ۲۷              | ۸۴                | ۱۱۲           | ۸۸                     | ۴۰۵۰                           | ۴۳                  | ۴۸                  | ۳۴۰                    |
| D-۱۴۰۰-۱۸  | ۲۷              | ۸۷                | ۱۱۴           | ۸۶                     | ۴۰۰۰                           | ۳۹                  | ۵۱                  | ۳۳۵                    |

## نتایج مزرعه‌ای منطقه حمیدیه

نتایج آزمایش در منطقه حمیدیه در جدول ۵ نشان داده شده است. روز تا پنجه‌دهی بین ۲۵ تا ۲۸ روز، روز تا سنبله‌دهی بین ۹۱ تا ۹۳ روز و رسیدگی فیزیولوژیک بین ۱۳۳ تا ۱۳۵ روز متغیر بود. برخلاف باوی، رقم «تابان» با اختلاف جزئی زودرس‌ترین بود. از نظر ارتفاع، لاین D-۱۴۰۰-۱۴ با ۱۰۲ سانتی‌متر بلندترین و رقم «تابان» با ۸۸ سانتی‌متر کوتاه‌ترین بودند (جدول ۵). لاین D-۱۴۰۰-۱۴ با ۵۱۲۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین و رقم «تابان» با ۴۶۶۳ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد را داشتند. وزن هزار دانه در دامنه ۳۵ تا ۴۴ گرم قرار گرفت که بیشترین مقدار متعلق به لاین D-۱۴۰۰-۱۴ (۴۴ گرم) و کمترین به لاین D-۱۴۰۰-۱۸ (۳۵ گرم) بود. از نظر تعداد دانه در سنبله، لاین D-۱۴۰۰-۱۸ با ۴۹ دانه برتری داشت، اما از نظر تعداد سنبله در مترمربع، لاین D-۱۴۰۰-۱۴ با ۳۲۱ سنبله برترین بود (جدول ۴).

دلیل اصلی افزایش عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در منطقه حمیدیه، میزان و پراکنش مناسب بارندگی و شرایط مساعد محیطی بود که سبب شد این منطقه به‌عنوان محیطی بدون تنش برای سنجش پتانسیل عملکرد ارزیابی شود. در این شرایط مطلوب، میانگین عملکرد حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد بالاتر از دو منطقه دیگر بود. بالاترین مقدار عملکرد متعلق به لاین D-۱۴۰۰-۱۴ با ۵۱۲۰ کیلوگرم در هکتار بود که دلیل اصلی آن، ثبت مقادیر بالاتر در اجزای عملکرد شامل وزن هزار دانه و تعداد سنبله در واحد سطح بود. فرزادی و همکاران (۴) نیز در مطالعه‌ای در شمال خوزستان گزارش کردند که در شرایط بدون تنش (آبیاری کامل یا بارندگی مطلوب)، میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های گندم دوروم به طور قابل توجهی افزایش یافته و به محدوده ۴۸۴۴ تا ۵۱۰۱ کیلوگرم در هکتار رسیده است که با یافته‌های ما در منطقه حمیدیه همخوانی کامل دارد.

جدول ۴- میانگین صفات زراعی و عملکرد و اجزای عملکرد لاین‌های مورد مطالعه در منطقه حمیدیه

| لاین / رقم | روز تا پنجه‌دهی | روز تا ظهور سنبله | روز تا رسیدگی | ارتفاع بوته (سانتیمتر) | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) | وزن هزار دانه (گرم) | تعداد دانه در سنبله | تعداد سنبله در مترمربع |
|------------|-----------------|-------------------|---------------|------------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|------------------------|
| تابان      | ۲۸              | ۹۳                | ۱۳۳           | ۸۸                     | ۴۶۶۳                           | ۳۹                  | ۴۲                  | ۳۰۳                    |
| D-۱۴۰۰-۱۴  | ۲۵              | ۹۳                | ۱۳۵           | ۱۰۲                    | ۵۱۲۰                           | ۴۴                  | ۴۱                  | ۳۲۱                    |
| D-۱۴۰۰-۱۸  | ۲۶              | ۹۱                | ۱۳۴           | ۱۰۰                    | ۴۷۰۷                           | ۳۵                  | ۴۹                  | ۲۹۲                    |

## نتایج مزرعه‌ای منطقه خرمشهر

نتایج مربوط به منطقه خرمشهر در جدول ۶ آمده است. روز تا پنجه‌دهی بین ۲۴ تا ۲۹ روز، روز تا سنبله‌دهی بین ۹۱ تا ۹۵ روز و رسیدگی فیزیولوژیک بین ۱۳۰ تا ۱۳۴ روز ثبت شد. رقم «تابان» و لاین D-۱۴۰۰-۱۸ زودرس‌ترین بودند. از نظر ارتفاع، لاین

D-۱۴۰۰-۱۴ با ۹۶ سانتی متر بیشترین و رقم «تابان» با ۸۹ سانتی متر کمترین ارتفاع را داشتند. لاین D-۱۴۰۰-۱۴ با ۳۹۸۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین و رقم «تابان» با ۳۷۲۰ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد را نشان دادند (جدول ۵). وزن هزار دانه لاین D-۱۴۰۰-۱۴ (۴۱ گرم) بیشتر از دو ژنوتیپ دیگر بود. تعداد دانه در سنبله در لاین D-۱۴۰۰-۱۸ (۴۵ دانه) بیشترین و تعداد سنبله در مترمربع در لاین D-۱۴۰۰-۱۴ (۳۱۵ سنبله) برترین بود. عملکرد در این منطقه به دلیل پراکنش نامناسب و میزان ناکافی بارندگی نسبت به دو منطقه دیگر پایین تر بود. این یافته با نتایج آزادی و همکاران (۱) که شوری خاک را به عنوان مهم ترین عامل محدودکننده کشت گندم در جنوب خوزستان معرفی کردند، هماهنگ است.

جدول ۵- میانگین صفات زراعی و عملکرد و اجزای عملکرد لاین های مورد مطالعه در منطقه خرمشهر

| لاین / رقم | روز تا پنجه دهی | روز تا ظهور سنبله | روز تا رسیدگی | ارتفاع بوته (سانتیمتر) | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) | وزن هزار دانه (گرم) | تعداد دانه در سنبله | تعداد سنبله در مترمربع |
|------------|-----------------|-------------------|---------------|------------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|------------------------|
| تابان      | ۲۵              | ۹۵                | ۱۳۰           | ۸۹                     | ۳۷۲۰                           | ۳۸                  | ۴۲                  | ۲۹۶                    |
| D-۱۴۰۰-۱۴  | ۲۴              | ۹۳                | ۱۳۴           | ۹۶                     | ۳۹۸۰                           | ۴۱                  | ۴۲                  | ۳۱۵                    |
| D-۱۴۰۰-۱۸  | ۲۹              | ۹۱                | ۱۳۰           | ۹۳                     | ۳۸۰۸                           | ۳۷                  | ۴۵                  | ۲۸۵                    |

### نتایج سه منطقه مورد مطالعه و بحث کلی

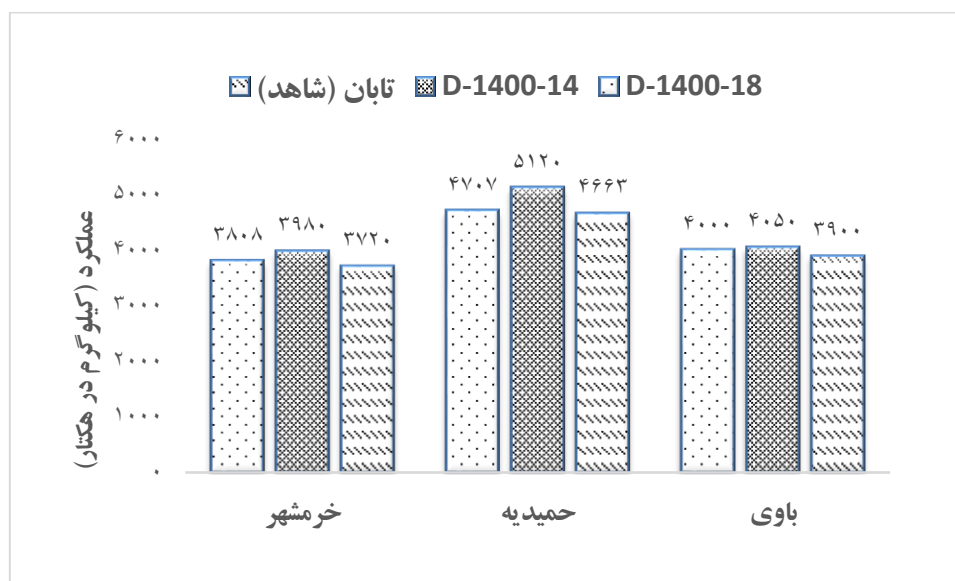
میانگین صفات در سه منطقه در جدول ۶ خلاصه شده است. از نظر رسیدگی، رقم «تابان» با ۱۲۷ روز زودرس ترین و لاین D-۱۴۰۰-۱۴ با ۱۲۹ روز دیررس ترین بود. میانگین عملکرد نشان داد لاین D-۱۴۰۰-۱۴ با ۴۳۸۳ کیلوگرم در هکتار پرمحصول ترین و رقم «تابان» با ۴۰۹۴ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین عملکرد ژنوتیپ است (نمودار ۱).

از نظر وزن هزار دانه، لاین D-۱۴۰۰-۱۴ با ۴۳ گرم برترین بود. این صفت تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی قرار دارد؛ تنش هایی مانند خشکی، گرما و بیماری ها باعث کاهش آن می شوند. جبور و همکاران (۹) نیز گزارش کردند تنش خشکی به طور میانگین باعث ۴۱ درصد کاهش عملکرد در گندم دوروم می شود.

تعداد دانه در سنبله در لاین D-۱۴۰۰-۱۸ (۴۸ دانه) بیشتر از سایرین مشاهده شد، اما تعداد سنبله در مترمربع در لاین D-۱۴۰۰-۱۴ (۳۲۵ سنبله) بالاترین مقدار را داشت. این موضوع نشان می دهد که دو لاین امیدبخش از استراتژی های متفاوتی برای افزایش عملکرد استفاده می کنند، به طوری که لاین D-۱۴۰۰-۱۴ از طریق افزایش وزن دانه و تعداد سنبله، و لاین D-۱۴۰۰-۱۸ از طریق افزایش تعداد دانه در سنبله به این هدف دست یافته اند. نهایتاً، عملکرد نسبی بالاتر لاین D-۱۴۰۰-۱۴ در هر سه منطقه (تنش و بدون تنش) نشان دهنده سازگاری وسیع، تحمل به تنش های انتهای فصل و پایداری عملکرد آن است. بر این اساس، لاین D-۱۴۰۰-۱۴ به عنوان کاندیدای اصلی معرفی رقم جدید گندم دوروم آبی برای مناطق گرم و خشک جنوب کشور توصیه می شود.

جدول ۶- میانگین صفات زراعی و عملکرد و اجزای عملکرد لاین های مورد مطالعه بر اساس میانگین سه منطقه

| لاین / رقم | تعداد روز تا پنجه دهی | تعداد روز تا ظهور سنبله | تعداد روز تا رسیدگی | ارتفاع بوته (سانتیمتر) | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) | وزن هزار دانه (گرم) | تعداد دانه در سنبله | تعداد سنبله در مترمربع |
|------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|------------------------|
| تابان      | ۲۶                    | ۹۳                      | ۱۲۷                 | ۹۰                     | ۴۰۹۴                           | ۳۹                  | ۴۳                  | ۳۱۶                    |
| D-۱۴۰۰-۱۴  | ۲۵                    | ۹۲                      | ۱۲۹                 | ۹۵                     | ۴۳۸۳                           | ۴۳                  | ۴۴                  | ۳۲۵                    |
| D-۱۴۰۰-۱۸  | ۲۵                    | ۹۱                      | ۱۲۸                 | ۹۳                     | ۴۱۷۱                           | ۳۷                  | ۴۸                  | ۳۰۴                    |



نمودار ۱- مقایسه عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) لاین‌های امیدبخش گندم دوروم و رقم شاهد تابان در سه منطقه باوی،

#### حمیدیه و خرمشهر

ارزیابی عملکرد لاین‌های امید بخش گندم دوروم در مزارع کشاورزان سه منطقه جنوب خوزستان (باوی، حمیدیه و خرمشهر) نشان داد که انتخاب ژنوتیپ مناسب، نقش تعیین‌کننده‌ای در افزایش بهره‌وری آب و پایداری تولید در شرایط اقلیمی گرم و کم‌آب دارد. بر اساس میانگین عملکرد سه منطقه، لاین D-۱۴۰۰-۱۴ با تولید ۴۳۸۳ کیلوگرم در هکتار، پرمحصول‌ترین ژنوتیپ بود و نسبت به رقم شاهد «تابان» (۴۰۹۴ کیلوگرم در هکتار) برتری معنی‌داری نشان داد. این برتری عمدتاً به دلیل وزن هزار دانه بیشتر (۴۳ گرم) و تعداد سنبله بالاتر در مترمربع (۳۲۵ عدد) بود.

مقایسه عملکرد در سه منطقه نشان داد که منطقه حمیدیه به دلیل پراکنش مناسب بارندگی، بالاترین عملکرد را در همه ژنوتیپ‌ها داشت (میانگین ۴۸۳۰ کیلوگرم در هکتار)، درحالی‌که منطقه خرمشهر به دلیل پراکنش نامناسب بارندگی و شوری اولیه خاک، پایین‌ترین عملکرد را به خود اختصاص داد (میانگین ۳۸۳۶ کیلوگرم در هکتار).

نتایج این پژوهش همچنین تأیید می‌کند که در فرایند معرفی ارقام جدید، توجه صرف به عملکرد دانه کافی نیست، بلکه پایداری عملکرد در شرایط تنش خشکی انتهای فصل و سازگاری با شرایط محلی نیز باید مدنظر قرار گیرد. لاین D-۱۴۰۰-۱۴ با دارا بودن پتانسیل بالای اجزای عملکرد و پایداری تولید، به‌عنوان ژنوتیپ ایدئال برای شرایط جنوب خوزستان شناسایی شد.

ارزیابی عملکرد لاین‌های گندم دوروم در محیط‌های واقعی مزرعه (تحت شرایط زارعین)، نه‌تنها اطلاعات ارزشمندی درباره کارایی شیوه‌های زراعی متداول فراهم می‌آورد، بلکه پیامدهای راهبردی آن برای دستیابی به کشاورزی پایدار، حائز اهمیت است. این موضوع در حوزه کشت گندم دوروم از حساسیت ویژه‌ای برخوردار است، چراکه تولید این محصول در مناطق مدیترانه‌ای به‌شدت تحت تأثیر نوسانات اقلیمی نظیر خشکسالی‌های ممتد و امواج گرمای فصلی قرار دارد و سال‌به‌سال با بی‌ثباتی عملکرد مواجه است (۷).

مشارکت فعال کشاورزان در ارزیابی ارقام و ارائه بازخورد در شرایط واقعی مزرعه، نقش کلیدی در موفقیت برنامه‌های به‌نژادی و توسعه کشاورزی پایدار دارد (۲). مشاهدات میدانی این پژوهش نشان داد که عواملی مانند نوع خاک، الگوی بارندگی و فشار بیماری‌ها نقش اساسی در تعیین اثربخشی ارقام ایفا می‌کنند؛ بنابراین، توصیه می‌شود در گام بعدی، کشت لاین D-۱۴۰۰-۱۴ در

مزارع کشاورزان جنوب خوزستان توسعه یابد و نتایج آن در قالب مزارع نمایشی - ترویجی به جامعه بهره‌بردار معرفی گردد تا تطابق با شرایط تغییرات اقلیمی با موفقیت بیشتری انجام پذیرد (۲، ۶).

### توصیه ترویجی

۱- با توجه به پراکنش مناسب بارندگی و بافت لومی خاک در منطقه حمیدیه، این منطقه بالاترین عملکرد (میانگین ۴۸۳۰ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص داد. کشت لاین ۱۴-۱۴۰۰-D با تراکم ۴۲۰-۴۵۰ دانه در مترمربع و تاریخ کشت نیمه اول آبان توصیه می‌شود. با توجه به ماده آلی ۱/۱ درصد و نیتروژن کل ۳۰ ppm، مصرف ۱۲۰-۱۰۰ کیلوگرم کود اوره در سه نوبت کافی است؛ اما مدیریت بیماری‌های زنگ به دلیل عملکرد بالای منطقه باید در اولویت قرار گیرد.

۲- منطقه خرمشهر با شوری نسبی خاک (EC=۳,۲) و پراکنش نامناسب بارندگی، پایین‌ترین عملکرد (۳۸۳۶ کیلوگرم در هکتار) را داشت. با این حال، لاین ۱۴-۱۴۰۰-D به دلیل پایداری عملکرد، گزینه برتر محسوب می‌شود. توصیه می‌شود آبیاری آب‌شویی پیش از کشت برای کاهش شوری انجام شود و تاریخ کشت به نیمه دوم آبان (۱۵ روز دیرتر از حمیدیه) موکول گردد. تراکم بذر ۴۵۰-۴۸۰ دانه در مترمربع و مصرف ۱۶۰-۱۴۰ کیلوگرم اوره به همراه سولفات روی توصیه می‌شود. در صورت پیش‌بینی خشکسالی، یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله پر شدن دانه ضروری است.

۳- بالاترین میزان شوری (EC=۳,۸) و pH (۸/۷) در منطقه باوی ثبت شده که عملکرد را تحت تأثیر قرار داده است. برای موفقیت کشت لاین ۱۴-۱۴۰۰-D، انجام دو نوبت آبیاری سنگین پیش از کشت برای شستشوی املاح، کاربرد اسیدسولفوریک برای کاهش pH و استفاده از ۲۰-۳۰ تن کود دامی پوسیده برای بهبود ماده آلی (۶/۰ درصد) الزامی است. تراکم بذر ۴۸۰-۵۰۰ دانه در مترمربع و مصرف ۱۶۰-۱۸۰ کیلوگرم اوره به صورت کودآبیاری در چهار نوبت، همراه با ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم توصیه می‌شود. زمان‌بندی دقیق آبیاری از ساقه‌دهی تا پر شدن دانه، کلید موفقیت در این منطقه است.

### فهرست منابع

۱. آزادی، ع.، بانی‌نعمه، ج.، و سیدجلالی، س. ع. ۱۴۰۰. ارزیابی تناسب زمین برای کشت گندم در برخی خاک‌های شور جنوب استان خوزستان. نشریه علمی پژوهش‌های خاک، ۳۵(۳)، ۲۳۴-۲۱۷.
۲. براتی، ع.، زالی، ح.، مرزوقیان، ا.، نقی‌پور، ف.، پورابوقداره، ع. ر.، عسکری گلستانی، ع. ر. ۱۴۰۱. گزینش لاین‌های جو لخت با استفاده از شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) در مناطق اهواز و داراب. مجله تولید گیاهان زراعی، ۲(۱۵): ۱۸۱-۱۶۱.
۳. دست‌فال، م.، نجفی میراک، ت.، زالی، ه. ۱۴۰۲. گزینش ژنوتیپ‌های گندم دوروم (*Triticum turgidum* L. Var. durum) متحمل به تنش خشکی انتهای فصل با استفاده از شاخص‌های چندصفتی (MGIDI). مجله علوم زراعی ایران، ۲۵(۳): ۳۶۱-۳۴۲.
۴. فرزادی، ح.، ظریفی‌نیا، ن.، عصاره، ع.، شوشی دزفولی، ع. ا. ۱۳۹۸. ارزیابی تحمل ژنوتیپ‌های گندم دوروم (*Triticum durum* L.) به تنش خشکی انتهای فصل در شمال استان خوزستان، ایران. تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۱۲(۴): ۱۰۶۳-۱۰۷۴.
۵. نجفی میرک، ت.، دست‌فال، م.، سیاح‌فر، ک.، فرزادی، ح.، ساسانی، ش.، زالی، ح. ۱۴۰۳. تجزیه پایداری عملکرد گندم دوروم با استفاده از مدل‌های SHMM و GGE بای پلات. تولیدات گیاهی، ۴۷(۲): ۱۷۸-۱۶۱.

۶. Anastasi, U., Corinzia, S.A., Cosentino, S.L., Scordia, D., ۲۰۱۹. Performances of durum wheat varieties under conventional and no-chemical input management systems in a semiarid Mediterranean environment. *Agronomy* ۹, ۷۸۸.
۷. Carucci, F., Gatta, G., Gagliardi, A., Bregaglio, S., Giuliani, M.M., ۲۰۲۳. Individuation of the best agronomic practices for organic durum wheat cultivation in the Mediterranean environment: a multivariate approach. *Agriculture & Food Security* ۱۲, ۱۲.
۸. FAO. ۲۰۲۲. Global trends in wheat production, consumption and trade. In Erenstein, O., Debello, M.J., Mottaleb, K.A., Sonder, K., Donovan, J., & Braun, H.J. (Eds.), *Wheat Improvement*. Springer Nature.
۹. Jabbour, Y., Hakim, M. S., Al-Yossef, A., Saleh, M. M., Shaaban, A. S. A., Kabbaj, H., Zaïm, M., Kleinerman, C., & Bassi, F. M., ۲۰۲۳. Genomic regions involved in the control of ۱۰۰۰-kernel weight in wild relative-derived populations of durum wheat. *Frontiers in Plant Science*, ۱۴, ۱۲۹۷۱۳۱.
۱۰. Rahmati, M., Abdipour, M., Sepahvand, M., ۲۰۲۰. Selection of durum wheat genotypes based on MGIDI and SIIG selection indexes. *Plant Production and Genetics* ۵, ۲۹۹-۳۱۲.

## نقش آموزش های زیست محیطی در ارتقای مدیریت پایدار آب و سازگاری با خشکسالی در میان زنان خانه دار

منصوره تشکری زاده<sup>۱\*</sup>، نرگس حاتمی<sup>۲</sup>، علی محبی<sup>۳</sup>، کبری مهدویان<sup>۴</sup>



۱- استادیار بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

۲- استادیار بخش تحقیقات حفاظت و حمایت، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

۳- استادیار پژوهشی، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، تهران، ایران

۴- دانشیار دانشگاه پیام نور، دانشکده علوم، بخش زیست شناسی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

Email: m.tashakorizadeh1981@gmail.com

### چکیده

کم آبی و خشکسالی در سال های اخیر به یکی از مهم ترین مشکلات مناطق خشک و نیمه خشک تبدیل شده است. یکی از راه های مقابله با این مشکل، آموزش مردم برای مصرف صحیح آب است. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر آموزش های زیست محیطی بر مصرف صحیح آب و سازگاری با خشکسالی در میان زنان خانه دار انجام شد. در این پژوهش، ۲۸۱ نفر از میان ۱۰۴۳ زن خانه دار مورد بررسی قرار گرفتند و اطلاعات با استفاده از پرسشنامه جمع آوری شد. داده های گردآوری شده پس از ورود به نرم افزار SPSS نسخه ۲۶، با استفاده از آمار توصیفی، ضریب همبستگی پیرسون، تحلیل رگرسیون چندگانه و تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA) تجزیه و تحلیل شدند. نتایج نشان داد زنانی که آموزش های زیست محیطی بیشتری دریافت کرده بودند، آگاهی بیشتری درباره بحران آب داشتند، اهمیت حفاظت از منابع آب را بهتر درک می کردند و در مصرف آب رفتارهای مناسب تری داشتند. همچنین، خانواده هایی که آب را به صورت صحیح مدیریت می کردند، سازگاری بیشتری با شرایط خشکسالی داشتند. نتایج همچنین نشان داد آموزش، آگاهی و نگرش، در مجموع ۵۶ درصد از تغییرات رفتارهای مدیریت مصرف آب را توضیح می دهند. همچنین، سطح تحصیلات بر نتایج پژوهش اثر معنی داری داشت، اما سن تأثیر معنی داری نداشت. به طور کلی، نتایج نشان داد که آموزش های زیست محیطی می تواند آگاهی مردم را افزایش دهد، نگاه آنها را نسبت به اهمیت حفظ آب تغییر دهد و به مصرف صحیح آب کمک کند. بنابراین، اجرای برنامه های آموزشی برای زنان خانه دار می تواند راهکاری ساده، کم هزینه و مؤثر برای کاهش مصرف آب و افزایش آمادگی خانوارها در برابر خشکسالی باشد.

واژه های کلیدی: آموزش های زیست محیطی، بحران آب، سازگاری با خشکسالی، زنان خانه دار، مدیریت پایدار آب.

## بیان مسئله

بحران آب در سال‌های اخیر به یکی از مهم‌ترین چالش‌های جهان تبدیل شده است (۱). افزایش جمعیت، گسترش شهرنشینی، توسعه فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی و تغییرات اقلیمی، فشار زیادی بر منابع آب شیرین وارد کرده است (۲). در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک، کاهش منابع آب، خشکسالی‌های مکرر و افت کیفیت آب، زندگی مردم و توسعه پایدار را با مشکل روبه‌رو کرده است (۱۰). ایران به دلیل قرارگیری در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان، از جمله کشورهایی است که بیش از بسیاری از مناطق دیگر تحت تأثیر بحران آب قرار دارد (۲). کاهش بارندگی، افزایش دمای هوا، برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی و رشد الگوهای مصرف ناپایدار، سبب شده است که مسئله کم‌آبی به یکی از مهم‌ترین چالش‌های توسعه پایدار کشور تبدیل شود (۲). استان کرمان با اقلیم گرم و خشک یکی از بحرانی‌ترین مناطق از نظر منابع آبی محسوب می‌شود. شهر کرمان به عنوان مرکز این استان، در دهه‌های اخیر به طور مکرر دوره‌های خشکسالی شدید را تجربه کرده است (۱). حل مشکل کم‌آبی تنها با اجرای طرح‌های فنی و توسعه زیرساخت‌ها امکان‌پذیر نیست. تجربه کشورهای مختلف نشان داده است که مشارکت مردم و اصلاح الگوی مصرف، نقش مهمی در مدیریت پایدار منابع آب دارد (۱۱). در این میان، آموزش‌های زیست‌محیطی به عنوان یکی از مؤثرترین ابزارهای ارتقای آگاهی عمومی، اصلاح نگرش‌ها و توسعه رفتارهای مسئولانه زیست‌محیطی شناخته می‌شوند. آموزش می‌تواند از طریق افزایش دانش افراد نسبت به علل و پیامدهای بحران‌های محیطی، زمینه لازم برای تغییر نگرش و در نهایت اصلاح رفتارهای روزمره را فراهم سازد (۱۰). یکی از مهم‌ترین عرصه‌های تأثیرگذاری آموزش‌های زیست‌محیطی، مدیریت مصرف آب در سطح خانوار است. بخش قابل توجهی از مصرف آب شهری در فعالیت‌های روزمره خانوار صورت می‌گیرد و در این زمینه، زنان به دلیل نقش محوری در مدیریت امور خانوار، برنامه‌ریزی مصرف آب، تهیه و آماده‌سازی مواد غذایی، نظافت و بهداشت و همچنین انتقال ارزش‌ها و هنجارهای رفتاری به سایر اعضای خانواده، از جایگاه راهبردی و ویژه‌ای برخوردارند (۱۱). از سوی دیگر، سازگاری با خشکسالی به عنوان یکی از مؤلفه‌های اصلی تاب‌آوری اجتماعی، نیازمند مجموعه‌ای از رفتارها و اقدامات آگاهانه در سطح خانوار است (۱۱). خانوارهایی که از آگاهی بیشتر، نگرش مثبت‌تر و رفتارهای مسئولانه‌تری در زمینه مصرف آب برخوردارند، معمولاً توانایی بیشتری در مواجهه با شرایط کم‌آبی و پیامدهای ناشی از خشکسالی دارند (۱۱). با وجود اهمیت این موضوع، پژوهش‌های انجام‌شده بیشتر به آگاهی، نگرش و رفتارهای زیست‌محیطی پرداخته‌اند و نقش زنان خانه‌دار در مدیریت مصرف آب شهری کمتر بررسی شده است. همچنین، اطلاعات محدودی درباره تأثیر آموزش‌های زیست‌محیطی بر سازگاری زنان خانه‌دار با خشکسالی وجود دارد. بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی نقش آموزش‌های زیست‌محیطی در مدیریت مصرف آب و سازگاری با خشکسالی در میان زنان خانه‌دار منطقه یک شهر کرمان انجام شد. برای دستیابی به این هدف، فرضیه‌های زیر بررسی شدند:

آموزش‌های زیست‌محیطی با آگاهی نسبت به بحران آب و خشکسالی رابطه مثبت و معنادار دارد.

آگاهی نسبت به بحران آب و خشکسالی با نگرش نسبت به حفاظت از منابع آب رابطه مثبت و معنادار دارد.

نگرش نسبت به حفاظت از منابع آب با رفتارهای مدیریت پایدار آب رابطه مثبت و معنادار دارد.

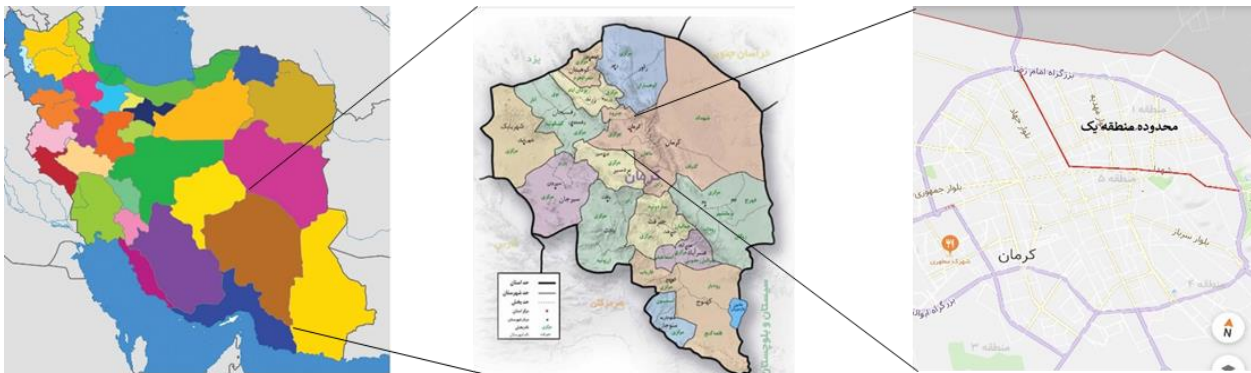
رفتارهای مدیریت پایدار آب با سازگاری با خشکسالی رابطه مثبت و معنادار دارد.

آموزش‌های زیست‌محیطی، آگاهی و نگرش به طور همزمان توان پیش‌بینی رفتارهای مدیریت پایدار آب را دارند.

سطح تحصیلات زنان خانه‌دار و سن آن‌ها بر رفتارهای مدیریت پایدار آب تأثیر معنادار دارد.

## معرفی دستاورد

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت و روش اجرا، توصیفی-همبستگی و مبتنی بر پیمایش است. این پژوهش با هدف بررسی نقش آموزش های زیست محیطی در ارتقای مدیریت پایدار منابع آب و سازگاری با خشکسالی در میان زنان خانه دار منطقه ۱ شهر کرمان در سال ۱۴۰۲ انجام شد. منطقه یک شهر کرمان، در محدوده تقریبی شمال غربی شهر کرمان قرار گرفته است. رتبه توسعه یافتگی این منطقه در بین مناطق شهری چهار است و شامل محله های بلوار عباسپور، خیابان رجایی (خیابان خورشید)، خیابان شهدا (خیابان زیرسف)، خیابان باستانی پاریزی، خیابان طالقانی، خیابان حکیم، خیابان مدیریت و خیابان دادبین می باشد (۳) (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

در این مطالعه، آموزش های زیست محیطی به عنوان متغیر مستقل، آگاهی نسبت به بحران آب و خشکسالی و نگرش نسبت به حفاظت از منابع آب به عنوان متغیرهای میانجی و رفتارهای مدیریت پایدار آب و سازگاری با خشکسالی به عنوان متغیرهای وابسته در نظر گرفته شدند. جامعه آماری پژوهش شامل ۱۰۴۳ نفر از زنان خانه دار بالای ۱۸ سال ساکن منطقه ۱ شهر کرمان بود که بر اساس آمار موجود در مراکز جامع خدمات سلامت و با توجه به معیارهای ورود به پژوهش شناسایی شدند. حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران، در سطح اطمینان ۹۵ درصد و خطای مجاز ۵ درصد، ۲۸۱ نفر برآورد شد (۴). با توجه به احتمال ریزش پاسخ گویان و وجود پرسشنامه های ناقص، حجم نمونه نهایی به ۳۰۰ نفر افزایش یافت و در نهایت ۲۸۷ پرسشنامه برگشت داده شد که از این تعداد ۲۸۱ پرسشنامه معتبر (فاقد پاسخ های تکراری، ناقص یا نامعتبر) وارد تحلیل نهایی گردید. به منظور افزایش قابلیت تعمیم نتایج و ایجاد نمایندگی مناسب از گروه های مختلف جامعه، از روش نمونه گیری طبقه ای با انتساب متناسب استفاده شد. در این روش، افراد جامعه بر اساس دو متغیر کلیدی گروه های سنی (کمتر از ۲۵ سال، ۲۵ تا ۳۵ سال، ۳۶ تا ۴۵ سال، ۴۶ تا ۵۵ سال و بیش از ۵۵ سال) و سطح تحصیلات (بی سواد، زیر دیپلم، دیپلم و دانشگاهی) در طبقات مختلف قرار گرفتند و سهم هر طبقه متناسب با حجم آن در جامعه آماری تعیین شد. معیارهای ورود به مطالعه شامل سکونت حداقل پنج سال متوالی در منطقه یک شهر کرمان، خانه دار بودن (عدم اشتغال تمام وقت خارج از منزل)، سن بالای ۱۸ سال، توانایی خواندن و نوشتن و تمایل به مشارکت در پژوهش بود. معیارهای خروج نیز شامل تکمیل ناقص پرسشنامه (بیش از ۱۰ درصد گویه ها پاسخ داده نشده)، داشتن پاسخ های تکراری یا الگومند (مثلاً تماماً گزینه ۳ یا ۵) و انصراف در میانه پژوهش بود (۴). ابزار گردآوری داده ها در این پژوهش، پرسشنامه محقق ساخته بود. پرسشنامه شامل دو بخش اصلی بود: بخش اول به ویژگی های فردی و اجتماعی پاسخ گویان اختصاص داشت و اطلاعاتی نظیر سن (بر حسب سال)، سطح تحصیلات (در پنج سطح بی سواد،

زیر دیپلم، دیپلم، فوق دیپلم و لیسانس و بالاتر) و تعداد اعضای خانوار (بر حسب نفر) را جمع‌آوری می‌کرد. بخش دوم ۴۲ گویه در قالب پنج سازه اصلی پژوهش بود:

- آموزش‌های زیست‌محیطی (۹ گویه)
- آگاهی نسبت به بحران آب و خشکسالی (۷ گویه)
- نگرش نسبت به حفاظت از منابع آب (۱۰ گویه)
- رفتارهای مدیریت پایدار آب (۸ گویه)
- سازگاری با خشکسالی (۸ گویه)

تمامی گویه‌ها بر اساس طیف پنج‌درجه‌ای لیکرت از «کاملاً مخالفم» (امتیاز ۱) تا «کاملاً موافقم» (امتیاز ۵) تنظیم شدند (۹). همچنین برای کاهش سوگیری پاسخ‌دهی، پرسشنامه به گونه‌ای طراحی شد که گویه‌های مثبت و منفی به صورت تناوبی (به طور تصادفی) در بین سازه‌ها توزیع شدند. امتیاز بالاتر در هر سازه بیانگر وضعیت مطلوب‌تر پاسخ‌گو در آن متغیر بود.

به منظور بررسی روایی صوری و محتوایی، پرسشنامه در اختیار ۱۲ نفر از اعضای هیئت علمی و متخصصان حوزه‌های محیط‌زیست، منابع طبیعی، آموزش محیط‌زیست و علوم اجتماعی قرار گرفت. پس از دریافت نظرات کارشناسان و اعمال اصلاحات لازم در متن و محتوای گویه‌ها، نسخه نهایی پرسشنامه تدوین شد. نتایج ارزیابی روایی محتوایی نشان داد که مقدار شاخص نسبت روایی محتوا (CVR) برابر ۰/۸۲ و شاخص روایی محتوا (CVI) برابر ۰/۸۹/۰ است (۸)؛ که بیانگر مطلوب بودن روایی محتوایی ابزار اندازه‌گیری بود. به منظور بررسی پایایی ابزار، یک مطالعه مقدماتی (پیش‌آزمون) بر روی ۳۰ نفر از زنان خانه‌دار دارای شرایط مشابه جامعه مورد مطالعه انجام شد. سپس ضریب آلفای کرونباخ برای هر یک از ابعاد پرسشنامه و کل ابزار محاسبه گردید (۸). نتایج نشان داد که ضرایب پایایی تمامی ابعاد بالاتر از ۰/۸۵ و از انسجام درونی مطلوب برخوردار بودند. مقادیر آلفای کرونباخ برای آموزش‌های زیست‌محیطی، آگاهی، نگرش، رفتارهای مدیریت پایدار آب، سازگاری با خشکسالی و کل پرسشنامه به ترتیب برابر با ۰/۹۱، ۰/۸۷، ۰/۸۹، ۰/۸۵، ۰/۹۰ و ۰/۹۲ بودند.

پس از اخذ مجوزهای لازم و انجام هماهنگی‌های اجرایی، پرسشنامه‌ها به صورت حضوری در میان نمونه‌های منتخب توزیع شد. پیش از تکمیل پرسشنامه، اهداف پژوهش برای پاسخ‌گویان تشریح گردید و بر محرمانه بودن اطلاعات، ناشناس ماندن هویت افراد و استفاده از داده‌ها صرفاً در چارچوب اهداف علمی پژوهش تأکید شد. همچنین، با توجه به عدم تمایل برخی از پاسخ‌گویان به ثبت یا انتشار تصاویر شخصی، از تهیه و استفاده از هرگونه تصویر قابل شناسایی افراد خودداری شد و کلیه ملاحظات اخلاقی مرتبط با حفظ حریم خصوصی مشارکت‌کنندگان رعایت گردید (شکل ۲).



شکل ۲- فرایند تکمیل پرسشنامه توسط زنان خانه‌دار شرکت‌کننده در پژوهش

داده‌های گردآوری‌شده پس از کدگذاری و ورود به نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ تجزیه و تحلیل شدند. در بخش آمار توصیفی، از شاخص‌هایی نظیر فراوانی، درصد، میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر برای توصیف ویژگی‌های جمعیت‌شناختی

پاسخگویان و متغیرهای اصلی پژوهش استفاده شد. در بخش آمار استنباطی، ابتدا پیش فرض های لازم برای انجام آزمون های پارامتریک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نشان داد که توزیع متغیرهای پژوهش از نرمال بودن قابل قبول برخوردار است. همچنین، آزمون لون بیانگر برقرار بودن فرض همگنی واریانس ها در گروه های مورد مطالعه بود ( $p < 0/01$ ) بر این اساس، استفاده از آزمون های پارامتریک برای تحلیل داده ها مناسب تشخیص داده شد. به منظور بررسی رابطه بین متغیرهای پژوهش، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. همچنین، برای تعیین میزان تأثیر متغیرهای مستقل بر رفتارهای مدیریت پایدار منابع آب و سازگاری با خشکسالی، تحلیل رگرسیون چندگانه به کار گرفته شد. افزون بر این، برای بررسی تفاوت میانگین متغیرهای پژوهش در گروه های مختلف جمعیت شناختی، از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه استفاده شد (۴).

### ویژگی های فردی پاسخگویان

یافته های مربوط به ویژگی های فردی پاسخ گویان شامل سن، سطح تحصیلات و تعداد اعضای خانوار در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی های جمعیت شناختی پاسخگویان

| متغیر              | طبقه           | فراوانی | درصد |
|--------------------|----------------|---------|------|
| سن                 | کمتر از ۲۵ سال | ۲۵      | ۸/۹  |
|                    | ۲۵ تا ۳۵ سال   | ۹۹      | ۳۵/۲ |
|                    | ۳۶ تا ۴۵ سال   | ۶۳      | ۲۲/۴ |
|                    | ۴۶ تا ۵۵ سال   | ۵۱      | ۱۸/۱ |
|                    | بیش از ۵۵ سال  | ۴۳      | ۱۵/۳ |
| تحصیلات            | بی سواد        | ۲۲      | ۷/۸  |
|                    | زیر دیپلم      | ۷۱      | ۲۵/۳ |
|                    | دیپلم          | ۱۰۰     | ۳۵/۶ |
|                    | دانشگاهی       | ۸۸      | ۳۱/۳ |
| تعداد اعضای خانوار | ۲ نفر          | ۳۶      | ۱۲/۸ |
|                    | ۳ تا ۵ نفر     | ۲۰۹     | ۷۴/۴ |
|                    | بیش از ۵ نفر   | ۳۶      | ۱۲/۸ |

بررسی ویژگی های فردی پاسخ گویان نشان داد که بیشترین فراوانی (۳۵/۲ درصد) در گروه سنی ۲۵ تا ۳۵ سال قرار داشت که نشان دهنده غلبه جمعیت جوان و میانسال در جامعه مورد مطالعه بود. از نظر سطح تحصیلات، بیشترین فراوانی مربوط به افراد دارای مدرک دیپلم (۳۵/۶ درصد) بود و افراد بی سواد کمترین سهم (۷/۸ درصد) را به خود اختصاص دادند. این یافته از یک سو بیانگر وضعیت نسبتاً مطلوب سواد در میان زنان خانه دار منطقه یک کرمان بود، اما از سوی دیگر نشان داد که حدود یک سوم جامعه هدف (بی سواد و زیر دیپلم) نیازمند طراحی محتوای آموزشی متناسب با سطح سواد خود بودند. در خصوص تعداد اعضای خانوار، ۷۴/۴ درصد از خانوارها دارای ۳ تا ۵ عضو بودند که بیانگر غلبه خانوارهای با اندازه متوسط در منطقه مورد

مطالعه بود. این موضوع از آن جهت حائز اهمیت است که خانوارهای پرجمعیت معمولاً مصرف آب بالاتری دارند و بنابراین آموزش مدیریت مصرف آب در این گروه از خانوارها می‌تواند تأثیر بیشتری در کاهش مصرف کل آب شهری داشته باشد.

### آمار توصیفی و بررسی روابط بین متغیرهای پژوهش

به منظور بررسی وضعیت متغیرهای اصلی پژوهش، میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر امتیازات هر یک از سازه‌های پرسشنامه محاسبه و نتایج در جدول ۲ ارائه شد.

جدول ۲- آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

| متغیر                            | تعداد<br>گویه‌ها | دامنه نمره<br>قابل کسب | میانگین | انحراف معیار | درصد میانگین از<br>حداکثر امتیاز | حداقل | حداکثر |
|----------------------------------|------------------|------------------------|---------|--------------|----------------------------------|-------|--------|
| آموزش‌های زیست‌محیطی             | ۹                | ۹-۴۵                   | ۳۸/۴    | ۶/۲          | ۸۵/۳                             | ۱۵    | ۴۵     |
| آگاهی نسبت به بحران آب و خشکسالی | ۷                | ۷-۳۵                   | ۳۲/۷    | ۵/۸          | ۹۳/۴                             | ۱۲    | ۳۵     |
| نگرش نسبت به حفاظت از منابع آب   | ۱۰               | ۱۰-۵۰                  | ۳۶/۹    | ۵/۴          | ۷۳/۸                             | ۱۴    | ۵۰     |
| رفتارهای مدیریت پایدار آب        | ۸                | ۸-۴۰                   | ۳۴/۱    | ۶/۷          | ۸۵/۳                             | ۱۱    | ۴۰     |
| سازگاری با خشکسالی               | ۸                | ۸-۴۰                   | ۳۵/۸    | ۶/۱          | ۸۹/۵                             | ۱۲    | ۴۰     |

نتایج نشان داد که میانگین امتیاز همه متغیرهای پژوهش بالاتر از حد متوسط بود. با توجه به اینکه تعداد گویه‌ها و در نتیجه دامنه نمره قابل کسب در سازه‌های مختلف متفاوت بود، برای امکان مقایسه بهتر بین متغیرها، درصد میانگین هر سازه نسبت به حداکثر امتیاز قابل کسب محاسبه و گزارش شد. بیشترین میانگین درصدی مربوط به آگاهی نسبت به بحران آب و خشکسالی (۹۳/۴ درصد؛ از ۳۲/۷ تا ۳۵) و کمترین میانگین درصدی مربوط به نگرش نسبت به حفاظت از منابع آب (۷۳/۸ درصد؛ از ۳۶/۹ تا ۵۰) بود. همچنین، میانگین آموزش‌های زیست‌محیطی معادل ۸۵/۳ درصد (۳۸/۴ از ۴۵)، رفتارهای مدیریت پایدار آب معادل ۸۵/۳ درصد (۳۴/۱ از ۴۰) و سازگاری با خشکسالی معادل ۸۹/۵ درصد (۳۵/۸ از ۴۰) به دست آمد. این نتایج نشان می‌دهد که زنان خانه‌دار از سطح نسبتاً مطلوبی از آگاهی، نگرش و رفتارهای مرتبط با مدیریت آب برخوردارند، اگرچه تفاوت در میزان امتیازات کسب‌شده بین سازه‌ها با توجه به تعداد گویه‌های هر سازه و دامنه نمرات آن‌ها قابل انتظار بود. نتایج نشان داد که بین آموزش‌های زیست‌محیطی و آگاهی نسبت به بحران آب و خشکسالی رابطه مثبت و معناداری وجود دارد. این یافته بیانگر آن است که هرچه زنان خانه‌دار آموزش‌های بیشتری در زمینه محیط زیست دریافت کرده باشند، آگاهی آن‌ها نسبت به ابعاد مختلف بحران آب (مانند علل خشکسالی، پیامدهای برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی، راهکارهای مقابله با کم‌آبی) بالاتر است. این نتیجه با مبانی نظری پژوهش و مطالعات پیشین در اتیوپی همخوانی دارد (۱۲). از نظر کاربردی، این یافته نشان می‌دهد که آموزش مؤثرترین ابزار برای افزایش آگاهی عمومی است و بنابراین سرمایه‌گذاری در برنامه‌های آموزشی می‌تواند به عنوان گام نخست در تغییر رفتارهای مصرف آب در نظر گرفته شود. همچنین بین آگاهی نسبت به بحران آب و نگرش نسبت به حفاظت از منابع آب رابطه مثبت و معناداری مشاهده شد. این بدان معناست که افزایش آگاهی نه تنها اطلاعات افراد را افزایش می‌دهد، بلکه می‌تواند بر نظام ارزشی، باورها و نگرش آن‌ها نیز تأثیر بگذارد. به عبارت دیگر، زمانی که زنان خانه‌دار پیامدهای واقعی و ملموس بحران آب را درک می‌کنند (مثلاً کاهش سطح آب‌های زیرزمینی دشت کرمان، فرونشست زمین، شور شدن آب)، نگرش آن‌ها نسبت به ضرورت حفاظت از منابع آب مثبت‌تر می‌شود. این یافته با مدل آگاهی-نگرش-رفتار کاملاً همسو است (۶) و نشان می‌دهد که تغییرات رفتاری پایدار بدون ایجاد نگرش مثبت و درونی‌شده به سختی امکان‌پذیر خواهد بود. از منظر ترویجی،

این یافته تأکید می‌کند که برنامه‌های آموزشی نباید صرفاً بر انتقال اطلاعات (افزایش آگاهی) متمرکز شوند، بلکه باید با استفاده از روش‌های عاطفی و تجربی (مانند بازدید از مناطق خشک، نمایش فیلم‌های مستند، روایت‌های شخصی) به دنبال تغییر نگرش نیز باشند. همچنین، نتایج این پژوهش با یافته‌های مطالعات پیشین که نقش آگاهی را در شکل‌گیری نگرش‌های مثبت زیست‌محیطی و حفاظت از منابع طبیعی گزارش کرده‌اند، همخوانی دارد (۱۰ و ۱۱).

نتایج نشان داد که بین نگرش نسبت به حفاظت از منابع آب و رفتارهای مدیریت پایدار آب رابطه مثبت و معناداری وجود دارد. این یافته که از قوت متوسط تا بالایی برخوردار است، بیانگر آن است که زنان خانه‌داری که نگرش مثبت‌تری نسبت به حفاظت از آب دارند، رفتارهای عملی بیشتری در زمینه مدیریت پایدار آب از خود نشان می‌دهند. این رفتارها شامل اقداماتی نظیر استفاده از شیرآلات کم‌مصرف، جلوگیری از هدررفت آب، استفاده مجدد از آب، رعایت الگوی صحیح شست‌وشو و عدم استفاده غیرضروری از آب است. این یافته نقش کلیدی نگرش را به عنوان حلقه واسط میان دانش و عمل تأیید می‌کند. توجه به این نکته ضروری است که ضریب همبستگی نگرش با رفتار بزرگتر از ضریب همبستگی آگاهی با رفتار است که نشان می‌دهد نگرش نقش پررنگ‌تری نسبت به آگاهی صرف در پیش‌بینی رفتارهای عملی دارد. بنابراین، برنامه‌های ترویجی باید بیش از آنکه بر افزایش حجم اطلاعات تأکید کنند، بر تغییر نگرش و باورهای درونی افراد متمرکز شوند.

بیشترین ضریب همبستگی در میان تمامی روابط زوجی متغیرها، مربوط به رابطه بین رفتارهای مدیریت پایدار آب و سازگاری با خشکسالی بود. این یافته قوی و بسیار معنادار بیانگر آن است که توانایی خانوارها در مقابله با شرایط کم‌آبی و خشکسالی تا حد زیادی تحت تأثیر رفتارهای روزمره آن‌ها در مدیریت مصرف آب است. به عبارت دیگر، خانوارهایی که رفتارهای مسئولانه‌تری در زمینه مصرف آب دارند (مانند ذخیره آب، کاهش مصارف غیرضروری، استفاده بهینه از آب در شست‌وشو و آبیاری)، ظرفیت بیشتری برای سازگاری با دوره‌های خشکسالی و کاهش پیامدهای منفی آن (مانند قطعی آب، کاهش فشار آب، افزایش هزینه‌ها) از خود نشان می‌دهند. این یافته از اهمیت راهبردی بالایی برخوردار است زیرا نشان می‌دهد که سازگاری با خشکسالی یک مفهوم صرفاً فنی یا اقتصادی نیست، بلکه یک مفهوم رفتاری و فرهنگی نیز هست. بنابراین، توانمندسازی زنان خانه‌دار از طریق آموزش و تغییر رفتار، می‌تواند به اندازه احداث سدها و شبکه‌های آبرسانی در افزایش تاب‌آوری جامعه مؤثر باشد. این نتیجه با یافته‌های پژوهش‌های لال (۲۰۰۷) و دایر و همکاران (۲۰۱۴) در زمینه اهمیت مشارکت اجتماعی در مدیریت منابع طبیعی همخوانی دارد (۷ و ۵).

#### عوامل مؤثر بر رفتارهای مدیریت پایدار آب

به منظور آزمون فرضیه پنجم پژوهش مبنی بر توان پیش‌بینی رفتارهای مدیریت پایدار آب توسط متغیرهای آموزش‌های زیست‌محیطی، آگاهی نسبت به بحران آب و نگرش نسبت به حفاظت از منابع آب، از تحلیل رگرسیون چندگانه به روش ورود همزمان استفاده شد (۴).

نتایج نشان داد که سه متغیر آموزش‌های زیست‌محیطی، آگاهی نسبت به بحران آب و نگرش نسبت به حفاظت از منابع آب در مجموع توانستند ۵۶ درصد از تغییرات رفتارهای مدیریت پایدار آب را توضیح دهند. به این معنا که حدود نیمی از تغییرات رفتارهای مدیریت پایدار آب در میان زنان خانه‌دار منطقه یک کرمان توسط این سه متغیر قابل پیش‌بینی است. ۴۴ درصد باقیمانده واریانس رفتارها مربوط به متغیرهایی است که در مدل حاضر لحاظ نشده‌اند، از جمله: درآمد خانوار، قیمت واقعی آب، دسترسی به منابع آب جایگزین، نوع مالکیت منزل (استیجاری یا شخصی)، نگرش‌های فرهنگی و مذهبی، حمایت اجتماعی و تجارب قبلی از خشکسالی. پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی این متغیرها را نیز وارد مدل کنند. بیشترین سهم در پیش‌بینی رفتارها متعلق به آموزش‌های زیست‌محیطی با ضریب بتای ۰/۴۸ بود که به مراتب بیشتر از سهم آگاهی (۰/۳۱) و

نگرش (۰/۲۷) است. این یافته از اهمیت راهبردی بالایی برخوردار است. تأکید می‌کند که سرمایه‌گذاری در آموزش زنان خانه‌دار (به ویژه آموزش‌های عملی و مهارت‌محور) مؤثرترین راهکار برای اصلاح الگوی مصرف آب در سطح خانوار است.

### تأثیر سن و تحصیلات

نتایج نشان داد که سطح تحصیلات بر همه متغیرهای اصلی پژوهش تأثیر معنی‌داری داشت در حالی که سن تأثیر معناداری نشان نداد. این یافته از دو جهت حائز اهمیت است؛ نخست آنکه آموزش رسمی (مدرسه و دانشگاه) نقش تعیین‌کننده‌ای در شکل‌دهی آگاهی، نگرش و رفتارهای زیست‌محیطی ایفا می‌کند. بنابراین، تقویت محتوای زیست‌محیطی در کتب درسی مقاطع مختلف تحصیلی و همچنین در دوره‌های دانشگاهی می‌تواند یک سرمایه‌گذاری بلندمدت و مؤثر باشد. دوم آنکه سن به عنوان یک عامل مزاحم عمل نمی‌کند، به این معنا که برنامه‌های آموزشی می‌توانند در تمام گروه‌های سنی (از زنان جوان تا سالمند) مؤثر باشند و نیازی به تفکیک سنی شدید در طراحی دوره‌ها نیست.

به طور کلی، نتایج پژوهش نشان داد آموزش‌های زیست‌محیطی با افزایش آگاهی و تقویت نگرش مثبت، به بهبود رفتارهای مدیریت پایدار آب و افزایش سازگاری خانوارها با خشکسالی کمک می‌کند. همچنین، سطح تحصیلات در تقویت این فرایند نقش مهمی دارد. این یافته‌ها بر اهمیت اجرای برنامه‌های آموزشی و ترویجی برای مدیریت بهتر منابع آب، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند کرمان، تأکید می‌کند.

### توصیه ترویجی

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، توصیه‌های ترویجی زیر به منظور ارتقای مدیریت پایدار منابع آب و افزایش سازگاری با خشکسالی در میان زنان خانه‌دار ارائه می‌گردد:

- ۱- طراحی و اجرای دوره‌های آموزشی مهارت‌محور برای زنان خانه‌دار: باید دوره‌های آموزشی را به جای تأکید صرف بر اطلاعات عمومی، بر مهارت‌های عملی مانند نصب لوازم کاهنده مصرف، روش‌های استفاده مجدد از آب، اصلاح الگوی شست‌وشو و آبیاری فضای سبز خانگی متمرکز کنند.
- ۲- استفاده از ظرفیت نهادهای محلی و رسانه‌های اجتماعی: خانه‌های سلامت، پایگاه‌های مقاومت بسیج، مساجد، مدارس (از طریق مادران دانش‌آموزان) و کانال‌های مجازی محلی (ایتا، بله، سروش) به عنوان کانال‌های مؤثر انتقال پیام‌های آموزشی مورد استفاده قرار گیرند.
- ۳- تمرکز بر تغییر نگرش، نه فقط افزایش آگاهی: با توجه به نقش واسطه‌ای و قوی نگرش در این مطالعه، برنامه‌های ترویجی باید بیش از آنکه بر انتقال اطلاعات تأکید کنند، با استفاده از روش‌های عاطفی و تجربی (نمایش فیلم‌های مستند از پیامدهای خشکسالی، بازدید از مناطق با خشکسالی شدید، روایت‌های شخصی از زنان آسیب‌دیده از کم‌آبی) به دنبال تغییر باورها و ارزش‌های درونی مخاطبان باشند.
- ۴- ایجاد مشوق‌های ملموس برای کاهش مصرف آب خانوار: ارائه مشوق‌هایی مانند تخفیف در قبوض آب، اهدای لوازم کاهنده مصرف رایگان، برگزاری مسابقات خانوادگی با جایزه نقدی یا غیرنقدی برای خانوارهایی که مصرف آب خود را کاهش داده‌اند، می‌تواند انگیزه مشارکت را افزایش دهد.

- ۵- ارزشیابی مستمر و اصلاح برنامه های ترویجی: پیش از اجرای سراسری، یک دوره پایلوت در یکی از محلات منطقه یک کرمان اجرا شود و اثربخشی آن با پیش آزمون و پس آزمون سنجیده شود. همچنین ارزشیابی سالانه از تأثیر برنامه های آموزشی بر رفتارهای مدیریت آب ضروری است.
- ۶- تقویت محتوای زیست محیطی در نظام آموزش رسمی: با توجه به تأثیر قوی سطح تحصیلات بر رفتارهای زیست محیطی، گنجاندن مفاهیم مدیریت پایدار آب و سازگاری با خشکسالی در کتب درسی مدارس (به ویژه دروس علوم تجربی، جغرافیا و مهارت های زندگی) و دوره های دانشگاهی (به ویژه در رشته های علوم تربیتی، روانشناسی و مدیریت خانواده) یک سرمایه گذاری بلندمدت و زیرساختی محسوب می شود.
- ۷- راه اندازی کمپین های رسانه ای محلی با شعارهای ساده و ماندگار: استفاده از ظرفیت رسانه استانی (صدا و سیما مرکز کرمان)، روزنامه های محلی، تابلوهای شهری و شبکه های اجتماعی برای انتشار پیام های کوتاه، ساده و مکرر مانند «هر قطره ارزش دارد»، «آب را غنیمت بشماریم»، «با یک تغییر کوچک، آینده را نجات دهیم» می تواند به تدریج هنجارهای اجتماعی را به سمت صرفه جویی سوق دهد.

#### فهرست منابع

۱. دولت کردستانی، م. ۱۴۰۱. ارزیابی اقلیم آسایش سه شهرستان مهم استان کرمان با استفاده از شاخص های رطوبتی-حرارتی THI و ضریب ناراحتی انسان، هفدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران با محوریت آبخیزداری و امنیت پایدار غذایی.
۲. عالی، ا. ۱۳۹۸. مبانی حکمرانی آب (چارچوبی برای مدیریت جامع آب). چاپ اول. تهران: انتشارات آوای قلم.
۳. مرکز آمار ایران، سرشماری سال ۱۴۰۲.
۴. Agresti, A. and Finlay, B. (۲۰۱۸). Statistical Methods for the Social Sciences. ۵th edn. Pearson.
۵. Dyer, J., Stringer, L.C., Dougill, A.J., Leventon, J., Nshimbi, M., Chama, F., Kafwifwi, A., Muledi, J.I., Kaumbu, J.-M.K., Falcao, M., Muhorro, S., Munyemba, F., Kalaba, G.M. and Syampungani, S. ۲۰۱۴. Assessing participatory practices in community-based natural resource management: Experiences in community engagement from southern Africa, Journal of Environmental Management, ۱۳۷, pp. ۱۳۷-۱۴۵. doi: ۱۰.۱۰۱۶/j.jenvman.۲۰۱۳.۱۱.۰۵۷.
۶. Guo, C., Lyu, Y., Li, P. and Kou, I.T.E. ۲۰۲۰. Knowledge, attitudes, and practices (KAP) towards climate change among tourists: A systematic review, Tourism and Hospitality, ۶(۱), p. ۳۲. doi: ۱۰.۳۳۹۰/tourhosp.۲۰۱۰.۳۲.
۷. Lawshe, C.H. ۱۹۷۵. A quantitative approach to content validity, Personnel Psychology, ۲۸(۴), pp. ۵۶۳-۵۷۵.
۸. Likert, R. ۱۹۳۲. A technique for the measurement of attitudes, Archives of Psychology, ۱۴۰, pp. ۱-۵۵.
۹. Maleknia, R. and Zamani, N., ۲۰۲۵. Extending the knowledge-attitude-practice model to exploring the role of environmental literacy in shaping ecotourists' pro-environmental behavior. Acta Psychologica, ۲۵۸, p. ۱۰۵۹۱۰. <https://doi.org/۱۰.۱۰۱۶/j.actpsy.۲۰۲۵.۱۰۵۹۱۰>
۱۰. Nguyen, A., Sabani, A., Pham, H.T.T. and Farah, M., ۲۰۲۵. Enhancing water conservation behavior: The role of knowledge, attitude and environmental concerns. Journal of Trade Science, ۱۳(۳), pp. ۱۶۷-۱۸۴. <https://doi.org/۱۰.۱۱۰۸/JTS-۰۲-۲۰۲۵-۰۰۰۸>
۱۱. Tadesse, A. ۲۰۲۴. Study of environmental education programs and behavior change in Ethiopia, International Journal of Environmental Sciences. doi: ۱۰.۴۷۶۰۴/ijes.۲۷۳۹.

## معرفی گندم دوروم فرزادی دارای پتانسیل عملکرد بالا جهت کاشت در مناطق گرم شهرستان ارزوئیه استان کرمان

محمدعلی جواهری<sup>۱\*</sup>، حمید نجفی نژاد<sup>۲</sup> و نادر کوهی چله‌کران<sup>۳</sup>



- ۱- دانشیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران.
- ۲- دانشیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران.
- ۳- استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران.

Email: javaheri310@yahoo.com

### چکیده

شهرستان ارزوئیه جزو مناطق گرم و کم آب بوده که اواخر دوره رشد گندم در این منطقه با تنش رطوبتی و گرمایی مواجه است. در حال حاضر کاشت رقم شبرنگ در شهرستان ارزوئیه (از مناطق گرم استان کرمان) جهت تأمین گندم دوروم انجام می‌پذیرد. با توجه به اهمیت اقتصادی کاشت گندم دوروم در منطقه ضروری است ارقام و لاین‌های امیدبخش جدید به کشاورزان معرفی گردند. این تحقیق به منظور بررسی عملکرد لاین‌های امیدبخش گندم دوروم DW-۹۸-۸ و DW-۹۸-۱۰ (رقم فرزادی) با رقم شاهد شبرنگ در شرایط زارعین شهرستان ارزوئیه (منطقه گرم استان کرمان) در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ در قالب طرح تحقیقی- ترویجی انجام پذیرفت. تیمارها هرکدام در کرت‌هایی به مساحت ۳۰۰۰ مترمربع در مزارع زارعین کشت شد. یادداشت برداری‌های لازم شامل ارتفاع بوته و تاریخ رسیدگی فیزیولوژیک در طول اجرای طرح صورت پذیرفت. خوابیدگی گیاه (ورس) و بیماری در هیچکدام از تیمارها ملاحظه نگردید. نتایج نشان داد. همچنین نتایج نشان داد لاین DW-۹۸-۱۰ (رقم فرزادی) با متوسط عملکرد ۷۹۸۰ کیلوگرم در هکتار برتر از لاین DW-۹۸-۸ و رقم شاهد شبرنگ به ترتیب با عملکرد ۷۸۵۹ و ۷۸۲۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد دانه، گندم دوروم، مناطق گرم

## بیان مسئله

گندم غله‌ای است که بالاترین سطح زیر کشت را در جهان در اختیار دارد. مهم‌ترین گونه‌های زراعی گندم عبارتند از گندم نان (*Triticum aestivum*) و گندم دوروم (*Triticum turgidum* L.). گندم‌های گونه دوروم که از لحاظ تیپ رشد بهاره و پاییزه هستند تنها در حدود ۸٪ از کل اراضی زیر کشت گندم را در جهان شامل می‌شوند و در مناطقی که شرایط برای تولید گندم نان مناسب نیست از محصولات مهم زراعی محسوب می‌شوند (۹ و ۱۴). گندم عمده‌ترین غله جهان است که در حدود ۳۱٪ کل مصرف غله در جهان را به خود اختصاص داده است (۲). با توجه به اهمیت و جایگاه گندم در کشور و بهره‌وری بیشتر از قابلیت‌های زراعی و محیطی موجود، لزوم استفاده ارقام اصلاح‌شده و پر محصول باکیفیت بهتر که بتوانند جایگزین ارقام فعلی گردند و از قابلیت‌های بالقوه موجود حداکثر استفاده را به عمل آورند، ضروری است. از سوی دیگر با توجه به راهبردی بودن گندم به عنوان غذای پایه کشور و لزوم تداوم خودکفایی در تولید این گیاه، افزایش روزافزون نیاز به تولید بیشتر این محصول، اهمیت افزایش تنوع در ارقام موجود در کشور که در نهایت سبب بالا بردن توان تولید کشاورزان می‌شود، اهمیت جایگزینی ارقام موجود (به دلیل شکسته شدن تحمل در مقابل امراض) و دستیابی به ارقام پرمحصول‌تر و تطبیق هر چه بیشتر یافته‌های تحقیقاتی با شرایط زارعیین شایان توجه است.

گندم دوروم (*Triticum turgidum* L.) تنها گندم تتراپلوئید است که به دلیل خواص منحصر بفرد دانه و کاربردهای متنوع آن همچنان در دنیا کشت و کار می‌شود (۱۳). از این نوع گندم علاوه بر تولید ماکارونی برای تولید بلغور، نان و غذاهای خاص نیز استفاده می‌شود.

با توجه به نیاز صنایع ماکارونی کشور به حدود ۶۰۰ هزار تن دانه گندم دوروم جهت تولید محصولات ماکارونی برای مصارف داخل کشور، کشت گندم دوروم می‌تواند از خروج میزان قابل توجهی از ارز کشور برای واردات سمولینا جلوگیری نماید. از طرفی با توجه به خصوصیات موجود در ارقام گندم دوروم از قبیل تحمل به خشکی، تحمل به گرما، مقاومت به بیماری‌ها به‌ویژه بیماری‌های زنگ و سیاهک‌ها، توانایی تحمل شرایط نامساعد خاک، داشتن میزان پروتئین بالا در دانه (حدود ۱۴٪) و با در نظر گرفتن رشد جمعیت و نیاز روزافزون صنایع غذایی و تبدیلی (ماکارونی سازی، تولید نشاسته، بیسکویت) به گندم دوروم و لزوم دسترسی به ارقام و لاین‌های گندم دارای صفات مطلوب حائز اهمیت است (۳ و ۷). اولین قدم در یک برنامه بهنژادی انتخاب والدین است و موفقیت در اصلاح نباتات عمدتاً بستگی به توانایی در شناخت والدین، ترکیب صفات مطلوب از طریق دورگ‌گیری و شناسایی و انتخاب مؤثر در میان توده‌های در حال تفکیک دارد (۸ و ۱۲ و ۱۵).

کمبود آب یکی از عوامل اصلی محدود کننده تولیدات کشاورزی در بیشتر نقاط جهان می‌باشد (۱۲). مناطق خشک و نیمه‌خشک دستیابی به ارقامی از گندم که تحت شرایط محدودیت آب و کم آبیاری، تحمل بیشتر نشان داده و نقصان عملکرد کمتری داشته باشند، از راهکارهای کاهش اثرات منفی تنش کم‌آبی است. با دستیابی به چنین ارقامی و تعیین حد تحمل آن‌ها به کم‌آبیاری می‌توان تا حد زیادی کارایی مصرف آب را افزایش داد و در شرایط محدودیت آب، عملکرد مناسبی به دست آورد (۱۱).

لاین ۱۸-۸۱-DW (شبرنگ) لاینی است با منشأ بین‌المللی (سیمیت) و با پدگیری ۱۲\*PLATA/SORA، که در سی و یکمین خزانه بین‌المللی مقایسه عملکرد گندم دوروم ویژه مناطق آبی (۳۱th IDYN) در سال زراعی ۷۹-۱۳۷۸ در ۳ ایستگاه تحقیقاتی گرم کشور (زابل، خرم‌آباد و اهواز) مورد ارزیابی قرار گرفت و با میانگین عملکرد ۴۵۷۲ کیلوگرم در هکتار به آزمایش مقایسه عملکرد مقدماتی سراسری (A-test) سال زراعی ۸۰-۱۳۷۹ راه یافت. در آزمایش ERDYM که در دو سال زراعی ۸۲-۱۳۸۱ و ۸۳-۱۳۸۲ در ۵ ایستگاه تحقیقاتی اهواز، داراب، دزفول، خرم‌آباد و زابل اجرا گردید، این لاین با میانگین عملکرد ۶۳۹۴

کیلوگرم در هکتار برتر از شاهد کرخه (با عملکرد ۶۱۳۹ کیلوگرم در هکتار) بود. همچنین نتایج تجزیه پایداری در دو سال و پنج منطقه نشان داد که لاین جدید دارای پایداری عملکرد دانه در ایستگاه‌های مورد ارزیابی بوده و به‌عنوان لاین کاندید برای نام‌گذاری در فرآیند تکثیر بذر و بررسی‌های تحقیقی - ترویجی قرار گرفت. از لحاظ کیفیت سمولینا نیز بررسی‌های متعدد کیفی حاکی از آن است که از نظر کیفیت این لاین در گروه خوب قرار داشته و درصد پروتئین آن با میانگین ۱۱/۷ درصد بین ۱۳/۱۵-۱۰/۶ درصد متغیر است. بررسی‌های تحقیقی - ترویجی در مزارع زارعین مناطق مختلف نیز برتری این لاین را در مناطق گرم نسبت به شاهد کرخه نشان داده است (۵).

لاین‌های امیدبخش گندم دوروم که در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انتخاب شده بودند با ارقام شاهد بهرننگ و چمران در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) در سه تکرار و طی دو سال زراعی متوالی (۹۳-۱۳۹۲ و ۹۴-۱۳۹۳) کشت و مورد مطالعه قرار گرفتند. در همین راستاست که آزمایش‌های مقایسه عملکرد وسیعی به اجرا گذاشته می‌شوند تا تفاوت بین لاین‌ها و ارقام مشخص و پتانسیل عملکرد آن‌ها معلوم گردد (۶، ۱۵ و ۱۶). رقم شبرنگ دارای ریشک‌های سیاه، سنبله‌های بلند و خمیده و ارتفاع بوته‌ی متوسط، تاریخ رسیدن متوسط و عملکرد بالا است. رقم شبرنگ اندکی زودرس‌تر و دارای عملکرد بیشتر از رقم دوروم یاوارس بوده و در سال‌های قبل جایگزین رقم یاوارس گردیده است. این رقم مناسب کاشت در مناطق گرم و خشک بوده و نسبت به بیماری زنگ زرد و ریزش دانه مقاوم است (۴).

بر اساس نتایج تجزیه واریانس ساده و مرکب داده‌های مربوط به عملکرد دانه و تجزیه پایداری به روش رتبه (Rank) و همچنین با توجه به نتایج یادداشت‌برداری شده در طول فصل زراعی و شاخص‌های کیفیت و تحمل به بیماری‌های مهم گندم، دو لاین DW-۹۸-۸ و DW-۹۸-۱۰ برتر از شاهد و سایر لاین‌های مورد بررسی بودند (۶).

با توجه به اهمیت و جایگاه گندم در کشور و بهره‌وری بیشتر از قابلیت‌های زراعی و محیطی موجود، لزوم استفاده ارقام اصلاح شده و پر محصول باکیفیت بهتر که بتوانند جایگزین ارقام فعلی گردند و از قابلیت‌های بالقوه موجود حداکثر استفاده را به عمل آورند، ضروری است. از سوی دیگر با توجه به راهبردی بودن گندم به‌عنوان غذای پایه کشور و لزوم تداوم خودکفایی در تولید این گیاه، افزایش روزافزون نیاز به تولید بیشتر این محصول، اهمیت افزایش تنوع در ارقام موجود در کشور که در نهایت سبب بالا بردن توان تولید کشاورزان می‌شود، اهمیت جایگزینی ارقام موجود (به دلیل شکسته شدن مقاومت در مقابل امراض) و دستیابی به ارقام پرمحصول‌تر و تطبیق هر چه بیشتر یافته‌های تحقیقاتی با شرایط زارعین شایان توجه است.

شهرستان ارزوئیه در فاصله یک‌صد کیلومتری جنوب غربی شهرستان بافت واقع شده و از مناطق گرم استان کرمان است. این شهرستان به عنوان قطب تولید گندم در استان کرمان شناخته می‌شود. در مناطق گرم استان کرمان جمعاً ۱۸۰۰۰ هکتار گندم دوروم کاشته می‌شود. رقم شبرنگ، رقم رایج جهت کاشت در منطقه است. لذا با توجه به سطح زیر کشت و اهمیت اقتصادی گندم، ضروری است رقم و یا لاین جدیدی که برتر از رقم رایج باشند شناسایی و در منطقه جهت کاشت معرفی گردند. همچنین با توجه به اینکه خلوص ژنتیکی ارقام پس از مدتی کاهش می‌یابد، همواره نیاز است ارقام جدید جایگزین ارقام قدیمی گردد. به‌منظور بررسی عملکرد لاین‌های امیدبخش DW-۹۸-۸ و DW-۹۸-۱۰ با رقم شاهد شبرنگ در شرایط زارعین شهرستان

ارزوئیه (منطقه گرم استان کرمان)، ارقام و لاین‌های مذکور در کرت‌هایی به مساحت ۳۰۰۰ مترمربع و در دو مزرعه الگویی شهرستان ارزوئیه در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ کشت گردیدند. بنابراین سطح زیر کشت در هر مکان ۹۰۰۰ مترمربع در نظر گرفته شد. نمونه مرکبی از خاک مزرعه محل اجرای طرح از عمق ۳۰-۰ سانتیمتر تهیه و جهت تعیین عناصر غذایی خاک به آزمایشگاه ارسال گردید. پس از تعیین عناصر غذایی خاک اعم از عناصر اصلی و ریزمغذی‌ها توصیه کودی مطابق نظر کارشناسان ذی‌ربط انجام شد. سپس تهیه زمین شامل شخم، دیسک، لولر طبق معمول انجام گردید. کودهای پایه اعم از فسفات، پتاس و

یک سوم کود ازته زمان تهیه زمین به زمین آزمایشی اضافه شدند. مابقی کود ازته زمان ساقه رفتن و زمان ظهور خوشه مصرف گردید (جدول ۱). میزان بذر بر اساس ۴۵۰ دانه در مترمربع با توجه به وزن هزاردانه محاسبه شد. کاشت در مزرعه وکیل آباد در تاریخ ۱۴۰۱/۸/۲۹ با ردیف کار غلات انجام گردید. تمام مراقبت‌های زراعی از طرح و شاهد در منطقه شامل مبارزه با علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک برگ، آفات و بیماری‌ها، دادن کود سرک، آبیاری و غیره در زمان مناسب صورت گرفت. جهت مبارزه با علف‌های هرز نازک برگ از علف‌کش تایپیک و برای مبارزه با پهن‌برگ از علف‌کش توفوردی به ترتیب یک و یک ونیم لیتر در هکتار در تاریخ هشتم آذرماه استفاده گردید. برای مبارزه با سن نیز در تاریخ شانزدهم اسفند از سم دلتامترین به میزان نیم لیتر در هکتار استفاده گردید. سم کنفیدور نیز به میزان نیم لیتر در هکتار در تاریخ هفتم فروردین بر علیه شته به کار گرفته شد. در طول فصل رشد یادداشت برداری‌های ضروری از جمله زمان کاشت، جوانه‌زنی، پنجه دهی، ساقه و سنبله رفتن، زمان رسیدگی، ارتفاع بوته به عمل آمد برداشت برای مزرعه الگویی در تاریخ ۱۴۰۲/۳/۱۰ انجام پذیرفت. قبل از برداشت در هر کدام از قطعات ۳ کوادرات یک مترمربعی انداخته شد و در هر کوادرات ده بوته به طور تصادفی انتخاب گردیده و ارتفاع بوته و وزن هزاردانه اندازه‌گیری گردید. در نهایت پس از رسیدن، مزارع شاهد و طرح جداگانه برداشت و توزین شدند، و پس از محاسبه عملکرد بر مبنای تن در هکتار عملکرد لاین‌ها و شاهد با هم مقایسه گردیدند.

#### معرفی دستاورد

نتایج حاصل از مزرعه اول نشان داد که لاین DW-۹۸-۱۰ با عملکرد ۷۹۵۰ کیلوگرم در هکتار برتر از لاین DW-۹۸-۸ و رقم شاهد شیرنگ به ترتیب با عملکرد ۷۸۲۸ و ۷۷۸۵ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. از نظر ارتفاع بوته لاین DW-۹۸-۱۰ با ارتفاع بوته ۹۶ سانتی‌متر کمی بلندتر از لاین DW-۹۸-۸ و رقم شیرنگ با ارتفاع ۹۴ سانتی‌متر بود. خوابیدگی (ورس) در لاین‌ها و رقم شاهد شیرنگ ملاحظه نگردید. همچنین حساسیتی نسبت به بیماری‌های زنگ زرد و قهوه‌ای در هیچ‌کدام از لاین‌ها و رقم شاهد مشاهده نگردید (جدول ۲).

همچنین نتایج در ترویجی دوم نیز نشان داد که لاین DW-۹۸-۱۰ با عملکرد ۸۰۱۰ کیلوگرم در هکتار برتر از لاین DW-۹۸-۸ و رقم شاهد شیرنگ به ترتیب با عملکرد ۷۸۹۰ و ۷۸۵۵ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. از نظر ارتفاع بوته لاین DW-۹۸-۱۰ با ارتفاع بوته ۹۵ سانتی‌متر کمی بلندتر از لاین DW-۹۸-۸ و رقم شیرنگ با ارتفاع بوته ۹۳ و ۹۲ سانتی‌متر بود. خوابیدگی (ورس) و بیماری نیز در لاین‌ها و رقم شاهد شیرنگ ملاحظه نگردید.

متوسط عملکرد آزمایش در دو مکان در منطقه ارزوئیه در جدول (۲) آورده شده است. میانگین دو مزرعه نشان می‌دهد بین لاین‌ها و رقم شاهد از نظر زودرسی تفاوتی مشاهده نگردید. همچنین نتایج نشان داد لاین DW-۹۸-۱۰ با متوسط عملکرد ۷۹۸۰ کیلوگرم در هکتار برتر از لاین DW-۹۸-۸ و رقم شاهد شیرنگ به ترتیب با عملکرد ۷۸۵۹ و ۷۸۲۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. از نظر ارتفاع بوته لاین DW-۹۸-۱۰ با ارتفاع بوته ۹۵/۵ سانتی‌متر بلندتر از لاین DW-۹۸-۸ و رقم شیرنگ بود. خوابیدگی (ورس) در لاین‌های DW-۹۸-۸ و DW-۹۸-۱۰ و رقم شاهد شیرنگ ملاحظه نگردید. همچنین حساسیتی نسبت به بیماری‌های زنگ زرد و قهوه‌ای در هیچ‌کدام از لاین‌ها و رقم شاهد مشاهده نگردید (جدول ۳). بنابراین رقم فرزادی (DW-۹۸-۱۰) لاین مناسب کاشت در منطقه گرم ارزوئیه می‌باشد.

جدول ۱- میزان کودهای مصرفی در دو مزرعه آزمایشی

| مکان                              | کود اوره (کیلوگرم) | کود فسفات (کیلوگرم) | پتاس (کیلوگرم) | سولفات آهن (کیلوگرم) |
|-----------------------------------|--------------------|---------------------|----------------|----------------------|
| وکیل آباد موتور پمپ<br>آقای احمدی | ۲۷۰                | ۱۵۵                 | ۱۰۰            | ۴۰                   |
| دولت آباد موتور پمپ<br>سوم شعبان  | ۲۸۰                | ۱۵۵                 | ۱۰۰            | ۴۰                   |

جدول ۲- میانگین برخی صفات کمی و کیفی لاین‌های امیدبخش گندم دوروم ۸- ۹۸- DW و ۱۰- ۹۸- DW با رقم شیرنگ در دو مزرعه منطقه ارزوئیه استان کرمان در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱

| مکان<br>(دشت<br>ارزوئیه) | لاین            | زنگ<br>زرد<br>(درصد) | زنگ قهوه‌ای<br>(درصد) | ورس<br>(درصد) | ریزش<br>(درصد) | روزتا<br>رسیدگی<br>فیزیولوژیکی | ارتفاع بوته<br>(سانتیمتر) | عملکرد دانه<br>(کیلوگرم) |
|--------------------------|-----------------|----------------------|-----------------------|---------------|----------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------|
|                          | DW- ۹۸- ۸       | .                    | .                     | .             | .              | ۱۶۴                            | ۹۳/۵                      | ۷۸۵۹                     |
| میانگین دو<br>مزرعه      | DW- ۹۸- ۱۰      | .                    | .                     | .             | .              | ۱۶۳                            | ۹۵/۵                      | ۷۹۸۰                     |
|                          | شیرنگ<br>(شاهد) | .                    | .                     | .             | .              | ۱۶۸/۵                          | ۹۳                        | ۷۸۲۰                     |

#### توصیه ترویجی

با توجه به اینکه شهرستان ارزوئیه جزو مناطق گرم و کم آب بوده، و اواخر رشد گندم در این منطقه با تنش رطوبتی و گرمایی مواجه است. لذا شناسایی و کاشت ارقام گندم مناسب این منطقه خصوصاً ارقام گندم دوروم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لذا با توجه به پتانسیل عملکرد بالا رقم فرزادای در شرایط گرم و کم آب منطقه و همچنین مقاومت قابل قبول به بیماری‌های زنگ زرد و زنگ قهوه‌ای توصیه می‌گردد لاین DW- ۹۸- ۱۰ (گندم دوروم فرزادی) در شهرستان ارزوئیه استان کرمان جایگزین ارقام رایج در منطقه گردد. بنابراین ضروری است با توجه به نتایج تحقیق حاضر و سایر مطالعات در استان‌های دیگر و پایداری عملکرد رقم گندم دوروم فرزادی در برنامه تولید بذر مادری در استان قرار گیرد. جایگزینی رقم فرزادی با ارقام مرسوم باعث افزایش درآمد کشاورزان شده لذا در شرایط سخت اقتصادی فعلی آثار اجتماعی مثبتی نیز به همراه خواهد داشت.



شکل ۱- عکس از طرح اجرا شده



شکل ۲- لاین DW-۹۸-۱۰ (رقم فرزادی)



شکل ۳- گندم دوروم شیرنگ (رقم شاهد)

#### فهرست منابع

- ۱- آقایی سربرزه، م، بهاری، م، فرزادی، ح، دستفال، م و اندرزیان، ب. ۱۳۹۲. گزارش نهایی بررسی سازگاری و پایداری عملکرد ارقام و لاین‌های امیدبخش گندم دوروم در آزمایش‌های یکنواخت سراسری مناطق گرمسیر کشور (ERDYT-W) انتشارات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش غلات، ۲۸ صفحه.
- ۲- بخشنده، ع، کشاورز، ع و خلیلی، ی. ۱۳۸۹. چشم‌انداز کشاورزی جهان و تولید غلات در افق ۲۰۵۰ میلادی. مجموعه مقالات کلیدی یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۲-۴ مرداد ۱۳۸۹، تهران. ص. ۴۳-۵۵.
- ۳- بهاری، م. ۱۳۸۳. گزارش نهایی بررسی صفات کمی و کیفی ارقام و لاین‌های گندم دوروم در آزمایش‌های بین‌المللی مشاهده‌ای و مقایسه عملکرد. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، ۱۷ صفحه.
- ۴- سعیدی، ع، اکبری، ع، بختیار، ف، مهرور، م. ر و ناطق، ز. ۱۳۸۴. مشخصات ارقام گندم نان، دوروم، جو، تریپیکاله و چاودار معرفی شده توسط بخش غلات (۱۳۸۲-۱۳۰۹). موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. بخش تحقیقات غلات. ۱۰۳ صفحه.
- ۵- نجفی میرک، ت. ۱۳۹۳. بررسی سازگاری و پایداری عملکرد ارقام و لاین‌های امیدبخش گندم دوروم در آزمایش‌های یکنواخت سراسری در مناطق گرمسیر کشور (ERDYT-W<sup>۹۱</sup>). گزارش نهایی، انتشارات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.
- ۶- نجفی میرک، ت. ۱۳۹۹. بررسی سازگاری و پایداری عملکرد ارقام و لاین‌های امیدبخش گندم دوروم در آزمایش‌های یکنواخت سراسری در اقلیم گرم کشور (ERDYT-W). گزارش نهایی، انتشارات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.
- ۷- صادق زاده اهری، د. ۱۳۷۹. بررسی سازگاری و پایداری عملکرد ارقام گندم دوروم در آزمایش‌های یکنواخت مناطق گرمسیر دیم. ۳۰ صفحه.

- ۸- Baker, R.J. ۱۹۸۶. Use of selection indices and related techniques for evaluating parental material. PP. ۷۵-۸۱. In R.J. Baker (ed) Selection Indices in Plant Breeding. CRC Press, Inc.
- ۹- Fabriani, G. and Lintas, C. ۱۹۸۸. Durum chemistry and technology. American. Association of cereal chemistry. Minnesota. U.A.A.
- ۱۰- Fahima, T., Roder, M. Grama, A. and Nevo, E. ۱۹۹۸. Microsatellite DNA polymorphysim divergence in Triticum dicoccoides accessions highly resistant to yellow rust. theor appl genet journal, ۹۶: ۱۸۷-۱۹۵.
- ۱۱- Garcia del Moral, L.F., Rharrabti, Y., Villegas, D. and Royo, C. ۲۰۰۳. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: An ontogenic approach. Agron journal, ۹۵, ۲۶۶-۲۷۴.
- ۱۲- Knott, D.R. ۱۹۸۷. The application of breeding procedures to wheat. PP. ۴۱۹-۴۲۷. In E.G. Heyne (ed.) Wheat and Wheat Improvement Society of Agronomy.
- ۱۳- Liu, H., Able, A.J., and Able, J. A. ۲۰۱۹. Genotypic performance of Australian durum under single and combined water-deficit and heat stress during reproduction. Sci. Rep. ۹: ۱۴۹۸۶. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-۴۹۸۷۱-X>.
- ۱۴- Srivastava, J.P. ۱۹۸۴. Durum wheat, its word status and potential in the Middle East and North Africa. Rachis ۳: ۱-۸.
- ۱۵- Stoskopf, N.C., Tomes, D.T. and Christie, B.R. ۱۹۹۳. Statistical applications and field plot technique in plant breeding. PP. ۱۵۳-۱۷۳ in N.C. Stoskopf, D.T. Tomes, and B.R. Christie (eds.) Plant Breeding Theory and Practice. Westview Press.
- ۱۶- Yazdansepas, A. ۱۹۹۷. Studies of the stability, heritability, components and subcomponents of harvest index in Wheat. Ph.D. thesis, University of Guelph, Canada.

## گندم بامداد (لاین ۱۲-۹۷-M)؛ انتخابی مطمئن برای مدیریت خشکی آخر فصل و پایداری تولید گندم در استان اصفهان

داوود امین آزرم<sup>۱</sup>، حمید دهقان‌زاده جزی<sup>۲\*</sup>، لیلی صفائی<sup>۳</sup>



- ۱- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
  - ۲- دانشیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.
  - ۳- هیات علمی بخش منابع طبیعی و محیط زیست، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
- Email: h\_dehghanzadeh@areeo.ac.ir

### چکیده

تأمین آب کافی در هفته‌های منتهی به برداشت، همواره دغدغه اصلی گندم‌کاران مناطق مرکزی ایران بوده است. استان اصفهان به‌عنوان یکی از قطب‌های تولید این محصول راهبردی، در سال‌های اخیر با افت محسوس منابع آبی روبه‌رو شده که پیامد آن، کاهش عملکرد و نارضایتی تولیدکنندگان است. در چنین فضایی، به‌کارگیری ارقامی که بتوانند افت تولید را در شرایط کم‌آبی به حداقل برسانند، ضرورتی انکارناپذیر می‌باشد. پژوهش پیش‌رو در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در زمین‌های کشاورزی شهرستان برخوار به مرحله اجرا درآمد. در این طرح، لاین امیدبخش M-۹۷-۱۲ (با نام تجاری بامداد) در کنار دو رقم رایج منطقه (امین و فرین) مورد سنجش قرار گرفت. گیاهان در دو گروه جداگانه آبیاری شدند؛ گروه نخست تا پایان فصل به‌طور کامل آبیاری گردید و گروه دوم از مرحله سنبله‌دهی به‌بعد با قطع آبیاری، در معرض تنش خشکی قرار گرفت. نتایج حاصل از برداشت نشان داد که رقم بامداد در هر دو شرایط، از توان تولید رضایت‌بخشی برخوردار است. این رقم در شرایط آبیاری کامل، عملکردی معادل ۴۵۶۰ کیلوگرم در هکتار ثبت کرد که فاصله ناچیزی با رقم پرمحصول امین (۴۶۲۰ کیلوگرم در هکتار) داشت. اما در شرایط تنش، برتری بامداد آشکارتر شد؛ به‌گونه‌ای که با تولید ۳۰۸۰ کیلوگرم دانه در هکتار، از دو رقم شاهد امین و فرین برتریب ۸۰ و ۱۰۳۷ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیشتری داشت. استقبال کشاورزان در بازدیدهای مزرعه‌ای و روز مزرعه، نشان از قابلیت بالای این رقم برای کشت در مناطقی دارد که با کمبود آب انتهای فصل مواجه‌اند. مقاله حاضر، ضمن معرفی این رقم، توصیه‌های عملی برای بهره‌گیری از آن در نظام‌های زراعی استان اصفهان ارائه می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: بامداد، تنش رطوبتی، زراعت گندم، ژنوتیپ برتر، عملکرد دانه

## بیان مسئله

امنیت غذایی در هر کشوری با تولید پایدار محصولات اساسی گره خورده است و گندم به عنوان ستون تغذیه جامعه ایرانی، از این قاعده مستثنا نیست. با وجود جایگاه انکارناپذیر این محصول در الگوی مصرف روزانه، زنجیره تولید آن در استان اصفهان با چالش‌های فزاینده‌ای روبه‌روست. کاهش روزافزون سفره‌های آب زیرزمینی، گرمایش زمین و بی‌نظمی بارش‌ها، معادلات کشت را در این استان به هم ریخته و کشاورزان را با سؤالی اساسی مواجه کرده است: «با این همه محدودیت، چگونه می‌توان گندم تولید کرد؟» یکی از حساس‌ترین مقاطع رشد گندم که بیشترین تأثیر را بر کمیت و کیفیت نهایی محصول دارد، دوره پر شدن دانه است؛ دوره‌ای که هرگونه خلل در تأمین آب، به کاهش وزن دانه، افت محسوس عملکرد و نزول کیفیت می‌انجامد (۲، ۳). این پدیده که با عنوان تنش خشکی انتهای فصل شناخته می‌شود، سالانه خسارات سنگینی به کشاورزان اصفهانی تحمیل می‌کند و در سال‌های خشک، این خسارت به مرز هشدار می‌رسد (۲).

بی‌شک، اصلاح الگوی کشت و مدیریت بهینه مزرعه، اگرچه تأثیرگذارند، اما نمی‌توانند جایگزین توان ذاتی ژنتیک در مقابله با تنش شوند. پژوهش‌های متعدد نشان داده که دستیابی به ارقامی که با ساختار ژنتیکی خود، کم‌آبی را بهتر تاب می‌آورند، نه تنها از حیث فنی، بلکه از منظر اقتصادی نیز به صرفه‌ترین مسیر مقابله با تنش خشکی است (۱، ۵). چنین ارقامی با مصرف بهینه آب، ریسک تولید را برای کشاورز کاهش می‌دهند و زمینه را برای کشاورزی پایدار فراهم می‌سازند. در دو دهه اخیر، زنجیره به‌نژادی گندم کشور، لاین‌های امیدوارکننده‌ای را روانه عرصه آزمایش‌های تحقیقاتی کرده است، اما نباید فراموش کرد که موفقیت در محیط کنترل‌شده ایستگاه‌های پژوهش، لزوماً به معنای کارایی در مزرعه کشاورز نیست. هر ژنوتیپ پیش از آنکه به کشاورز معرفی شود، باید در شرایط واقعی و با مدیریت متعارف منطقه، خود را اثبات کند (۵).

پروژه میدانی حاضر، با همین نگاه، روی یکی از این لاین‌های امیدبخش به نام M-۹۷-۱۲ (بامداد) متمرکز شده است. این رقم که در آزمایش‌های مقدماتی نتایج قابل قبولی نشان داده بود، همراه با دو رقم شاهد رایج منطقه (امین و فرین)، در مزرعه‌ای در شهرستان برخوار تحت دو رژیم آبیاری مجزا به ارزیابی گذاشته شد. هدف، پاسخ به این پرسش بود که آیا بامداد می‌تواند در شرایط کم‌آبی انتهای فصل، عملکردی پایدارتر از ارقام موجود ارائه دهد یا خیر. افزون بر این، اجرای این پژوهش بستری برای تعامل نزدیک‌تر میان محققان، مروجان و کشاورزان فراهم آورد تا نتایج پژوهش، پیش از هرگونه توصیه رسمی، در بوته نقد و مشاهده عملی قرار گیرد.

## معرفی دستاورد

خشکی آخر فصل، یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد گندم در مناطق معتدل استان اصفهان است. در بسیاری از سال‌ها، کاهش بارندگی، محدودیت منابع آب و افزایش دمای هوا باعث می‌شود آبیاری مزارع در هفته‌های پایانی فصل رشد با محدودیت روبه‌رو شود. این شرایط معمولاً هم‌زمان با مرحله پر شدن دانه اتفاق می‌افتد؛ مرحله‌ای که نقش تعیین‌کننده‌ای در عملکرد نهایی محصول دارد. در نتیجه، گیاه فرصت کافی برای انتقال مواد غذایی به دانه را از دست می‌دهد، وزن دانه کاهش می‌یابد و عملکرد مزرعه کمتر از ظرفیت واقعی خواهد بود. از این رو یکی از اساسی‌ترین نیازهای گندم‌کاران مناطق معتدل، دسترسی به ژنوتیپ‌هایی است که بتوانند در چنین شرایطی عملکرد مطلوب خود را حفظ کنند و خسارت ناشی از خشکی آخر فصل را کاهش دهند.

برنامه‌های به‌نژادی گندم در کشور طی سال‌های گذشته لاین‌های امیدبخش متعددی را تولید کرده‌اند که هر یک دارای ویژگی‌های زراعی ارزشمندی هستند. با این حال، موفقیت یک لاین در آزمایش‌های تحقیقاتی به‌تنهایی برای توصیه آن به

کشاورزان کافی نیست. یک لاین زمانی می‌تواند به‌عنوان گزینه‌ای مناسب برای کشت معرفی شود که کارایی آن در شرایط واقعی مزرعه، تحت مدیریت معمول کشاورزان و در اقلیم هدف نیز به اثبات برسد. به همین دلیل، ارزیابی میدانی لاین‌های امیدبخش، یکی از مهم‌ترین مراحل انتقال یافته‌های تحقیقاتی از مراکز پژوهشی به عرصه تولید محسوب می‌شود. با همین هدف، پروژه انتقال یافته‌های تحقیقاتی در یکی از مزارع گندم شهرستان برخوار، به‌عنوان یکی از مناطق مهم تولید گندم در استان اصفهان، اجرا شد. انتخاب این منطقه به دلیل شرایط اقلیمی معتدل، سابقه کشت گسترده گندم و بروز مکرر تنش خشکی در اواخر فصل رشد بود. نتایج میزان بارندگی و میانگین دما در طول فصل زراعی در جدول ۱ آورده شده است. اجرای طرح در مزرعه کشاورز این امکان را فراهم کرد که توانایی لاین امیدبخش در همان شرایطی ارزیابی شود که بهره‌برداران هر سال با آن روبه‌رو هستند. این شیوه، علاوه بر افزایش دقت در ارزیابی سازگاری لاین، موجب شد کشاورزان نیز از نزدیک در جریان روند اجرای طرح و نتایج آن قرار گیرند.

جدول ۱- میانگین دما (درجه سانتی‌گراد) و بارندگی (میلیمتر) در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱

| مهر                 | آبان | آذر | دی   | بهمن | اسفند | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر  |
|---------------------|------|-----|------|------|-------|---------|----------|-------|------|
| ..... دما .....     |      |     |      |      |       |         |          |       |      |
| ۲۱/۷                | ۱۵/۳ | ۵/۵ | ۱/۷  | ۲/۹  | ۹/۴   | ۱۲/۴    | ۱۴/۹     | ۱۸/۹  | ۳۳/۹ |
| ..... بارندگی ..... |      |     |      |      |       |         |          |       |      |
| ۰                   | ۳/۸  | ۹/۴ | ۳۲/۲ | ۳۹/۶ | ۸/۴   | ۳۲/۲    | ۱۸/۶     | ۰     | ۰    |

در این بررسی، لاین امیدبخش گندم نان ۹۷-۱۲-M (بامداد) در کنار دو رقم شاهد امین و فرین مورد مقایسه قرار گرفت. انتخاب ارقام شاهد این امکان را فراهم کرد که عملکرد و سازگاری لاین امیدبخش با ارقامی که در منطقه کشت شده‌اند، به‌صورت دقیق ارزیابی شود. لاین مورد بررسی در دو وضعیت آبیاری معمول و تنش خشکی آخر فصل مورد بررسی قرار گرفت تا مشخص شود این ژنوتیپ علاوه بر عملکرد بالا، توانایی بیشتری در حفظ تولید در شرایط محدودیت آب دارد. در آزمایش اول، رقم بامداد به همراه ارقام شاهد در شرایط بدون تنش تا انتهای فصل به طور معمول آبیاری گردید و در آزمایش دوم، همین رقم و ارقام شاهد تا زمان سنبله‌دهی به طور معمول آبیاری شدند و پس از ظهور کامل سنبله‌ها، آبیاری قطع گردید و گیاهان تحت تنش خشکی قرار گرفتند. در طول فصل زراعی، رشد و استقرار بوته‌ها، یکنواختی مزرعه، زمان ظهور سنبله، وضعیت پر شدن دانه و روند رسیدگی محصول به‌طور مستمر مورد مشاهده قرار گرفت (شکل ۱).



ب

الف

شکل ۱- یادداشت‌برداری و بازدید از طرح اجرا شده در منطقه برخوار اصفهان

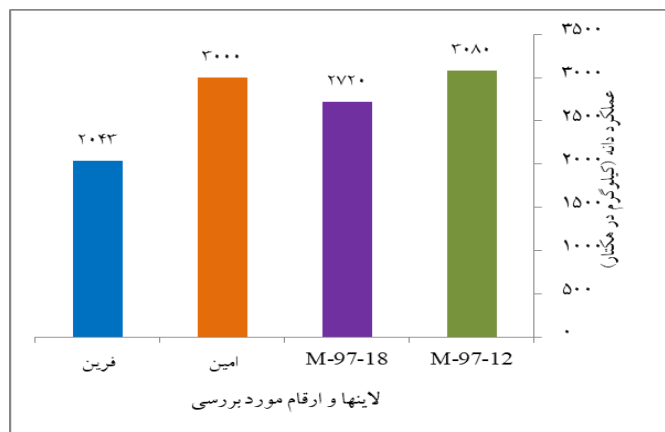
ب : تنش خشکی

الف مزرعه با آبیاری معمول

این ارزیابی‌ها نشان داد که واکنش ژنوتیپ‌ها نسبت به کاهش آب آبیاری یکسان نیست. با آغاز تنش، رقم بامداد توانست روند رشد و انتقال مواد غذایی به دانه را برای مدت بیشتری حفظ کند و کاهش وزن دانه در آن کمتر از ارقام شاهد بود. همین تفاوت اهمیت انتخاب ژنوتیپ مناسب را برای شرایط اقلیمی استان اصفهان به‌خوبی نشان می‌دهد. با نزدیک شدن به زمان برداشت، برتری رقم بامداد از نظر وضعیت بوته، یکنواختی مزرعه و میزان پرشدگی دانه‌ها به‌خوبی آشکار شد. در شرایطی که آبیاری در اواخر فصل با محدودیت روبه‌رو شد، رقم بامداد توانست رشد مناسب خود را حفظ کند و در مقایسه با ارقام شاهد، افت عملکرد کمتری را تجربه کند. این ویژگی نشان داد که این لاین از سازگاری بیشتری با شرایط خشکی آخر فصل برخوردار است و می‌تواند در سال‌هایی که منابع آب محدود می‌شود، عملکرد پایدارتری داشته باشد. در زمان برداشت نیز برتری این رقم به‌خوبی نمایان شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، در آزمایش بدون تنش بیشترین عملکرد دانه به میزان ۴۶۲۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم شاهد امین بود و پس از آن رقم بامداد با عملکرد دانه ۴۵۶۰ کیلوگرم در هکتار قرار داشت. رقم فرین با عملکرد ۳۰۴۰ کیلوگرم در هکتار در مرتبه بعدی قرار گرفت (نمودار ۱). در آزمایش تنش خشکی آخر فصل، بیشترین عملکرد دانه مربوط به رقم بامداد به میزان ۳۰۸۰ کیلوگرم در هکتار بود و پس از آن، رقم امین با عملکرد دانه ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و رقم فرین با عملکرد ۲۰۴۳ کیلوگرم در هکتار در مراتب بعدی قرار گرفتند (نمودار ۲). حفظ عملکرد در دو وضعیت متفاوت آبیاری، یکی از مهم‌ترین ویژگی‌هایی است که در انتخاب یک لاین امیدبخش مورد توجه قرار می‌گیرد؛ زیرا کشاورزان همواره با شرایط اقلیمی یکسان روبه‌رو نیستند و ممکن است در یک سال از آب کافی و در سال دیگر از آب محدود برخوردار باشند. لایینی که بتواند در هر دو شرایط عملکرد قابل قبولی ارائه دهد، ریسک تولید را کاهش داده و امنیت بیشتری برای بهره‌بردار ایجاد می‌کند.



نمودار ۱- عملکرد دانه لاین بامداد و ارقام شاهد در شرایط آبیاری معمول (بدون تنش)



نمودار ۲- عملکرد دانه لاین بامداد و ارقام شاهد در شرایط تنش خشکی آخر فصل

علاوه بر عملکرد دانه، وضعیت عمومی مزرعه نیز بیانگر برتری این رقم بود. یکنواختی بوته‌ها، استقرار مناسب، تشکیل مطلوب سنبله‌ها و پرشدگی بهتر دانه‌ها از ویژگی‌هایی بود که در بازدیدهای مختلف مورد توجه کارشناسان و کشاورزان قرار گرفت. در حالی که ارقام شاهد با شروع تنش، زودتر وارد مرحله رسیدگی شدند و کاهش وزن دانه در آن‌ها محسوس بود، رقم بامداد توانست فعالیت رویشی و فتوسنتزی خود را برای مدت بیشتری حفظ کند. این موضوع سبب شد انتقال مواد غذایی به دانه‌ها بهتر انجام شود و عملکرد نهایی کاهش کمتری نسبت به ارقام شاهد داشته باشد. همچنین در هر دو مزرعه، خوابیدگی بوته (ورس) در هیچ یک از لاین و ارقام شاهد مشاهده نگردید و حساسیتی نسبت به بیماری‌های زنگ زرد و قهوه‌ای نیز دیده نشد. این ویژگی‌ها نشان‌دهنده سلامت عمومی و مقاومت مطلوب لاین مورد بررسی است. بررسی داده‌های عملکرد نیز این مشاهدات را تأیید کرد. این لاین در شرایط آبیاری معمول، با متوسط عملکرد حدود ۴۵۶۰ کیلوگرم در هکتار، عملکردی نزدیک به رقم شاهد امین (۴۶۲۰ کیلوگرم در هکتار) داشت. حتی در شرایط تنش خشکی آخر فصل نیز با عملکردی در حدود ۳۰۸۰ کیلوگرم در هکتار، برتری خود را نسبت به ارقام شاهد حفظ کرد و عملکردی بالاتر از رقم امین (۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) و رقم فرین (۲۰۴۳ کیلوگرم در هکتار) داشت. (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه عملکرد و برخی صفات لاین M-۹۷-۱۲ (رقم بامداد) و ارقام شاهد در دو شرایط آبیاری

| صفت                            | آبیاری                         | لاین M-۹۷-۱۲ (رقم بامداد) | رقم امین | رقم فرین |
|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------|----------|----------|
| عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) | معمول                          | ۴۵۶۰                      | ۴۶۲۰     | ۳۰۴۰     |
|                                | تنش خشکی                       | ۳۰۸۰                      | ۳۰۰۰     | ۲۰۴۳     |
|                                | روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (روز) | ۱۹۹                       | ۲۰۰      | ۱۹۹      |
| تعداد دانه در سنبله            | تنش خشکی                       | ۱۹۵                       | ۱۹۷      | ۱۹۶      |
|                                | معمول                          | ۳۲                        | ۳۴       | ۳۵       |
|                                | تنش خشکی                       | ۲۸                        | ۳۲       | ۲۹       |
| وزن هزار دانه (گرم)            | معمول                          | ۳۵                        | ۳۲       | ۳۱       |

|       |      |      |      |
|-------|------|------|------|
| تنش   | ۲۹   | ۳۰   | ۲۷   |
| خشکی  |      |      |      |
| معمول | ۶۸۵  | ۶۸۱  | ۵۷۵  |
| تنش   | ۴۷۵  | ۴۰۱  | ۳۶۵  |
| خشکی  |      |      |      |
| معمول | ۴۲/۸ | ۴۴/۲ | ۳۸/۲ |
| تنش   | ۳۶/۴ | ۳۳/۲ | ۲۸/۶ |
| خشکی  |      |      |      |
| معمول | ۷۵   | ۷۶   | ۷۵   |
| تنش   | ۷۱   | ۷۴   | ۷۱   |
| خشکی  |      |      |      |

بررسی سایر صفات نیز نشان داد که در شرایط تنش، تعداد روز تا ظهور سنبله در لاین بامداد معادل ۱۶۸ روز و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک آن ۱۹۵ روز بود که نسبت به ارقام شاهد زودرس‌تر بود. این ویژگی می‌تواند به عنوان یک مزیت در شرایط کم‌آبی انتهای فصل محسوب شود، زیرا گیاه قادر است پیش از تشدید تنش، دوره رشد خود را کامل کند. وزن هزار دانه در این لاین در شرایط تنش ۲۹ گرم و در شرایط معمول ۳۵ گرم اندازه‌گیری شد. تعداد دانه در سنبله در رقم بامداد نیز در شرایط تنش ۲۸ دانه و در شرایط معمول ۳۲ دانه به دست آمد. تعداد سنبله بارور در رقم بامداد در شرایط معمول و تنش به ترتیب ۴۲۵ و ۳۸۰ بود، در حالی که در رقم شاهد امین به ترتیب ۴۲۵ و ۳۱۲ بود. بالاتر بودن تعداد سنبله در واحد سطح و همچنین شاخص برداشت در شرایط تنش خشکی در رقم بامداد در مقایسه با ارقام امین و فرین باعث شد که عملکرد بالاتری از این رقم به دست آید (جدول ۲). ارتفاع بوته این لاین نیز در شرایط تنش ۷۱ سانتی‌متر و در شرایط معمول ۷۵ سانتی‌متر بود. یکی دیگر از نکات ارزشمند این پروژه، بررسی آثار اقتصادی استفاده از لاین امیدبخش بود. با احتساب نرخ خرید تضمینی گندم در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ (هر کیلوگرم ۱۵۰,۰۰۰ ریال)، در شرایط تنش خشکی انتهای فصل، کشت رقم بامداد نسبت به رقم امین، افزایش درآمدی معادل ۱۲ میلیون ریال و نسبت به رقم فرین، افزایش درآمدی معادل ۱۵۵ میلیون و ۵۵۰ هزار ریال در هر هکتار به همراه خواهد داشت. همچنین در شرایط آبیاری معمول، با توجه به عملکرد مشابه این لاین با رقم امین، از نظر اقتصادی نیز گزینه‌ای قابل‌رقابت محسوب می‌شود. این افزایش درآمد بدون نیاز به مصرف آب بیشتر یا افزایش سایر نهاده‌های تولید حاصل شده و نشان می‌دهد که انتخاب ژنوتیپ مناسب، علاوه بر مزیت فنی، از نظر اقتصادی نیز برای کشاورزان سودمند است.

یکی از اهداف اصلی اجرای این پروژه، ایجاد ارتباط نزدیک‌تر میان پژوهشگران، کارشناسان ترویج و کشاورزان بود. به همین منظور، در طول فصل زراعی چندین نوبت بازدید کارشناسی از مزرعه انجام شد و وضعیت رشد رقم بامداد در مراحل مختلف مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۲).



شکل ۲- برگزاری روز مزرعه و بازدید بهره‌برداران و کارشناسان از روند اجرای پروژه

این بازدیدها فرصت مناسبی فراهم کرد تا ویژگی‌های این لاین به‌صورت عملی برای کارشناسان و بهره‌برداران تشریح شود و آنان بتوانند تفاوت این ژنوتیپ را با ارقام شاهد در شرایط واقعی مزرعه مشاهده کنند. همچنین برگزاری روز مزرعه، زمینه گفت‌وگوی مستقیم میان پژوهشگران و کشاورزان را فراهم ساخت و پرسش‌های بهره‌برداران درباره ویژگی‌های لاین امیدبخش، مدیریت مزرعه و نحوه مقابله با خشکی آخر فصل به‌صورت حضوری پاسخ داده شد. بازخوردهای دریافت‌شده از کشاورزان نشان داد که مشاهده نتایج در مزرعه، تأثیر بسیار بیشتری از بیان نتایج در کلاس‌های آموزشی یا گزارش‌های مکتوب دارد. بسیاری از کشاورزان اظهار کردند که وقتی عملکرد لاین را در مزرعه‌ای با شرایط مشابه زمین خود مشاهده می‌کنند، اطمینان بیشتری برای پذیرش یافته‌های تحقیقاتی پیدا می‌کنند. این تجربه بار دیگر اهمیت اجرای پروژه‌های انتقال یافته در مزارع کشاورزان را نشان داد و ثابت کرد که ارتباط مستمر میان بخش تحقیق و عرصه تولید، یکی از مؤثرترین راه‌های افزایش سرعت پذیرش فناوری‌های جدید در کشاورزی است.

اجرای این پروژه نشان داد که ارزیابی لاین‌های امیدبخش در شرایط واقعی مزارع کشاورزان، یکی از مؤثرترین روش‌ها برای شناسایی ژنوتیپ‌های سازگار با شرایط اقلیمی هر منطقه است. نتایج به‌دست‌آمده تنها بیانگر تفاوت عملکرد یک لاین گندم نان نبود، بلکه نشان داد انتخاب صحیح ژنوتیپ تا چه اندازه می‌تواند در افزایش پایداری تولید، کاهش اثرات تنش خشکی آخر فصل و استفاده بهینه از منابع محدود آب نقش داشته باشد. این موضوع برای استان اصفهان که بخش قابل توجهی از اراضی گندم آن در سال‌های اخیر با محدودیت آب آبیاری روبه‌رو بوده است، اهمیت ویژه‌ای دارد.

بررسی‌های انجام‌شده بیانگر آن بود که رقم بامداد در مقایسه با ارقام شاهد مورد ارزیابی، از سازگاری مطلوب‌تری با شرایط مناطق معتدل استان اصفهان برخوردار است و توانست در هر دو شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی آخر فصل، عملکرد پایدارتری ارائه کند. به عبارت دیگر کاهش عملکرد این رقم در شرایط خشکی کمتر از دو رقم شاهد بود. این ویژگی، همراه با عملکرد مناسب و کاهش افت تولید در شرایط کم‌آبی، نشان می‌دهد که این لاین ظرفیت لازم را برای ادامه مراحل ارزیابی و طی فرآیند معرفی رسمی داراست. دستاورد دیگر این پروژه، تأکید بر این واقعیت است که افزایش تولید گندم تنها از طریق افزایش مصرف نهاده‌ها امکان‌پذیر نیست. در شرایطی که منابع آب محدود و هزینه‌های تولید رو به افزایش است، انتخاب ژنوتیپ مناسب می‌تواند به‌عنوان یکی از اقتصادی‌ترین و پایدارترین راهکارهای افزایش بهره‌وری مطرح باشد. بهره‌گیری از لاین‌هایی که از توان تولید بالا و سازگاری مطلوب با شرایط محیطی برخوردار هستند، در کنار اجرای صحیح سایر عملیات مدیریتی، می‌تواند نقش مؤثری در حفظ عملکرد، کاهش ریسک تولید و افزایش درآمد کشاورزان داشته باشد.

به طور کلی، این پروژه نمونه‌ای موفق از انتقال یافته‌های تحقیقاتی به عرصه تولید بود و نشان داد که همکاری نزدیک میان پژوهشگران، کارشناسان ترویج و کشاورزان، زمینه‌ساز تولید دانش کاربردی و تسریع در به‌کارگیری نتایج تحقیقات در مزارع است. استمرار اجرای چنین پروژه‌هایی، علاوه بر شناسایی و معرفی ژنوتیپ‌های برتر، می‌تواند نقش مهمی در توسعه کشاورزی دانش‌بنیان، افزایش بهره‌وری منابع آب و خاک و ارتقای امنیت غذایی کشور ایفا کند. تجربه به‌دست‌آمده از این طرح، پشتوانه‌ای

ارزشمند برای ادامه برنامه‌های به‌نژادی گندم و توسعه لاین‌های سازگار با شرایط تنش خشکی در مناطق معتدل استان اصفهان خواهد بود.

### توصیه ترویجی

با توجه به محدودیت روزافزون منابع آب و افزایش احتمال وقوع تنش خشکی آخر فصل در مناطق معتدل استان اصفهان، انتخاب ژنوتیپ‌های سازگار و متحمل به کم‌آبی، یکی از مهم‌ترین راهکارهای حفظ پایداری تولید گندم است. نتایج این پروژه نشان داد که رقم بامداد در هر دو شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی آخر فصل، از عملکرد بالاتر و پایداری بیشتری نسبت به ارقام شاهد امین و فرین برخوردار است. بر این اساس، توصیه می‌شود:

- ۱- رقم بامداد در برنامه تولید بذر مادری شهرستان برخوار و سایر مناطق معتدل استان اصفهان قرار گرفته و برنامه‌ریزی لازم برای کشت آن در منطقه صورت پذیرد.
- ۲- پس از معرفی رسمی این رقم، کشاورزان از ارقام تأییدشده مراکز تحقیقاتی و مدیریت‌های جهاد کشاورزی استفاده کنند و از کشت بذره‌های نامطمئن خودداری نمایند.
- ۳- پس از معرفی رسمی، توسعه کشت این رقم در مناطقی که با محدودیت آب در اواخر فصل رشد مواجه هستند، در اولویت قرار گیرد.
- ۴- در کنار انتخاب ژنوتیپ مناسب، رعایت تاریخ کاشت مطلوب، استفاده از بذر گواهی‌شده، تغذیه متعادل بر اساس آزمون خاک، مدیریت صحیح آبیاری، کنترل به‌موقع آفات و بیماری‌ها و برداشت محصول در زمان مناسب، برای دستیابی به عملکرد پایدار ضروری است.
- ۵- توصیه می‌شود کارشناسان ترویج و مروجان کشاورزی با اجرای مزارع الگویی، روز مزرعه و برنامه‌های انتقال یافته‌های تحقیقاتی، زمینه‌آشنایی بیشتر بهره‌برداران با ژنوتیپ‌های امیدبخش را فراهم کنند. مشاهده عملی عملکرد ژنوتیپ‌های جدید در شرایط واقعی مزرعه، اعتماد کشاورزان را به یافته‌های پژوهشی افزایش داده و زمینه پذیرش سریع‌تر فناوری‌های نوین را فراهم می‌کند.
- ۶- استمرار این برنامه‌ها، ضمن افزایش بهره‌وری مصرف آب، می‌تواند به پایداری تولید گندم، کاهش ریسک ناشی از تنش خشکی و ارتقای امنیت غذایی در مناطق معتدل استان اصفهان کمک کند.

### فهرست منابع

۱. احمدی لاهیجانی، م. ج. و ی. امام. ۱۳۹۲. بررسی واکنش ژنوتیپ‌های گندم به تنش خشکی انته‌ای فصل با استفاده از شاخص‌های فیزیولوژیک. مجله تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی، ۳ (۹): ۱۶۳-۱۷۵.
۲. امین‌آزم، د. ۱۴۰۱. مقایسه لاین‌های امیدبخش گندم با ارقام شاهد در مزرعه کشاورزان منطقه برخوار استان اصفهان. گزارش نهایی ثبت شده به شماره ۶۱۴۳۶. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
۳. یزدان سپاس، ا. ۱۳۹۲. اصلاح برای مقاومت به تنش‌های غیرزنده (ترجمه). سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی، ۳۲۳ صفحه

۴. حیدری، ن. ۱۴۰۰. بهره‌وری آب گندم در ایران و مقایسه آن با مقادیر چند کشور. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ب، ۳۵ (۴): ۴۲۱-۴۳۵.
۵. کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، امین‌غفوری، ا.، و محلوچی‌راد، م. ۱۳۹۸. برآورد سهم نسبی عوامل به‌نژادی و به‌زراعی در افزایش عملکرد در نظام‌های تولید گندم (*Triticum aestivum* L.) کشور. بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۱ (۱): ۱۳۷-۱۵۳.

## افزایش بهره‌وری آب و درآمد خالص مزارع ذرت منطقه استهبان با استفاده از فناوری‌های کاهش مصرف آب

محمدعلی شاهرخ نیا<sup>۱\*</sup>، محمدعلی به‌آئین، حسین دهقانی سانج



- ۱- دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.
- ۲- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.
- ۳- استاد پژوهشی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

Email: mashahrokh@yahoo.com

### چکیده

ذرت علوفه‌ای و ذرت دانه‌ای از محصولات مهم زراعی تولید شده در کشور است. به دلیل حساسیت گیاه ذرت به کم‌آبی، در بسیاری از مزارع ذرت کشور آبیاری بی‌رویه صورت می‌گیرد. بنابراین لازم است به بهترین صورت آب مصرفی این مزارع را مدیریت نمود و بهره‌وری آب را تا حد امکان افزایش داد. کاهش حجم آب آبیاری باعث کاهش برداشت آب از چاه‌های کشاورزی گردیده و می‌تواند علاوه بر تأثیر مثبت بر منابع آب زیرزمینی، بر حفظ دریاچه‌ها و تالاب‌ها نیز تأثیرگذار باشد. در یک بررسی که بر روی ۳ مزرعه ذرت در استان فارس انجام شد، با اعمال فناوری‌هایی شامل آبیاری قطره‌ای و برنامه‌ریزی آبیاری، میزان آب آبیاری کاهش و بهره‌وری آب افزایش یافت. نتایج نشان داد با اعمال این فناوری‌ها، به‌طور متوسط ۲۷ درصد مصرف آب آبیاری کاهش یافت و از حدود ۷۲۰۰ تا ۱۰۸۰۰ مترمکعب بر هکتار به ۵۳۰۰ تا ۷۵۰۰ مترمکعب بر هکتار رسید. همچنین بهره‌وری آب آبیاری به طور متوسط ۵۱ درصد افزایش یافت. با اعمال فناوری‌ها، درآمد خالص، با و بدون در نظر گرفتن ارزش آب به ترتیب ۸۶ و ۱۴ درصد افزایش یافت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با تجهیز مزارع ذرت به سامانه آبیاری قطره‌ای و استفاده از برنامه‌ریزی آبیاری، می‌توان بدون کاهش در میزان محصول تولیدی، باعث کاهش قابل‌توجه در مصرف آب آبیاری، افزایش بهره‌وری آب و افزایش درآمد خالص مزرعه شد و به حفظ منابع آبی و کشاورزی پایدار در منطقه کمک نمود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، ارزش آب، برنامه‌ریزی آبیاری، درآمد خالص، صرفه‌جویی آب

## بیان مسئله

ایران کشوری کم آب بوده و در عین حال بیشتر منابع آب کشور در بخش کشاورزی مصرف می‌شود. در سال‌های اخیر بسیاری از تالاب‌ها و دریاچه‌های کشور رو به نابودی رفته و بعضی کاملاً خشک شده‌اند. به‌طور مثال شهرستان استهبان یکی از مناطق مستعد کشاورزی در استان فارس بوده که در حاشیه تالاب بختگان واقع شده است. تالاب بختگان در سال‌های اخیر به دلیل کاهش بارندگی و افزایش کشاورزی خشک شده است. برای پایداری تولید محصولات کشاورزی از یک طرف و حفظ تالاب‌ها و محیط‌زیست از طرف دیگر، بایستی با استفاده از روش‌های مختلف، مصرف آب کشاورزی کاهش و بهره‌وری آب افزایش یابد. بهینه‌سازی مصرف آب می‌تواند به افزایش بهره‌وری آب، حفظ منابع آبی، کاهش هزینه‌ها و افزایش سود کشاورزان کمک نماید. بنابراین اصلاح الگوی مصرف و شیوه‌های آبیاری امری ضروری است (۳).

ذرت محصولی است که کشاورزان ایرانی از قدیم به کشت آن علاقه داشته و در بیشتر نقاط کشور تولید می‌شود. در دهه‌های گذشته اغلب مزارع ذرت به شیوه سطحی یا غرقابی، آبیاری می‌شدند که به علت حساسیت این گیاه به کم‌آبی در بعضی از مراحل رشد، معمولاً آبیاری بی‌رویه انجام می‌شده و اتلاف آب زیادی در مزرعه وجود داشته است. با توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار و به ویژه آبیاری قطره‌ای، مدیریت آبیاری به سمت بهتر شدن پیش رفته است. تحقیقات قبلی نشان داده که استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای به تنهایی کافی نبوده و بایستی در کنار آن به تحویل حجمی آب و برنامه‌ریزی آبیاری نیز توجه شود (۲). برنامه‌ریزی آبیاری بدین معنی است که زمان شروع و خاتمه آبیاری به‌طور دقیق با استفاده از روش‌های علمی تعیین شود. تعیین دقیق زمان شروع و خاتمه آبیاری باعث می‌شود تا هم گیاه دچار کم‌آبی یا تنش آبی نشود و هم در مصرف آب صرفه‌جویی گردد. آزمایش‌ها نشان داده که با استفاده از روش‌های مختلف برنامه‌ریزی آبیاری می‌توان تا ۳۰ درصد میزان آب آبیاری مزارع ذرت را کاهش داد بدون اینکه میزان محصول تولیدی کاهش یابد (۱). روش‌ها و ادوات مختلفی برای برنامه‌ریزی آبیاری وجود دارد. یکی از این روش‌ها بر اساس پایش رطوبت خاک استوار است. یعنی به وسیله ادوات مختلفی مانند تانسومتر، بلوک گچی و انواع دستگاه‌های سنجش رطوبت خاک، میزان رطوبت خاک به‌طور متوالی اندازه‌گیری و زمان شروع و خاتمه آبیاری تعیین می‌شود. روش دیگر این است که با استفاده از آمار و اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی، میزان نیاز آبی گیاه برآورد و بر اساس آن آبیاری انجام شود. شکل ۱، اندازه‌گیری رطوبت خاک با یک دستگاه رطوبت‌سنج خاک در مزرعه ذرت را نشان می‌دهد.



شکل ۱- اندازه‌گیری رطوبت خاک مزرعه ذرت با دستگاه رطوبت‌سنج خاک

#### معرفی دستاورد

به منظور ارتقای مدیریت آبیاری و ترویج آن در مزارع ذرت منطقه استهبان فارس، مزارعی انتخاب و با همکاری کشاورزان منطقه فناوری‌هایی برای مدیریت بهینه مزرعه با تأکید بر مدیریت آبیاری مورد استفاده قرار گرفت. بدین منظور سه مزرعه ذرت که صاحبان آن‌ها مایل به همکاری در این پروژه بودند، انتخاب گردیدند. از این سه مزرعه یکی ذرت دانه‌ای و دو مزرعه دیگر ذرت علوفه‌ای رقم ۷۰۴ بود. عملیات تهیه زمین با خاک‌ورز مرکب و کاشت با ردیف‌کار نیوماتیک شرکت تراشکده انجام شد. از صفحه بذر مناسب نیز استفاده شد، به طوری که فاصله بذرهای روی خطوط کاشت ۲۰ سانتی‌متر باشد. مشخصات کلی این مزارع در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات کلی مزارع ذرت انتخابی

| شماره مزرعه | نام روستا | نوع محصول    | تاریخ کاشت    | مساحت مزرعه (هکتار) | نوع سامانه آبیاری اولیه | فناوری مورد استفاده در مزرعه        |
|-------------|-----------|--------------|---------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| ۱           | دامنه     | ذرت علوفه‌ای | ۲۰ خرداد ۱۴۰۱ | ۱/۶                 | قطره‌ای                 | برنامه‌ریزی آبیاری                  |
| ۲           | ماهفرخان  | ذرت دانه‌ای  | ۲۰ خرداد ۱۴۰۱ | ۱/۷                 | جویچه‌ای                | برنامه‌ریزی آبیاری + آبیاری قطره‌ای |
| ۳           | ماهفرخان  | ذرت علوفه‌ای | ۲۰ خرداد ۱۴۰۱ | ۱/۴                 | جویچه‌ای                | برنامه‌ریزی آبیاری + آبیاری قطره‌ای |

ماخذ: داده‌های تحقیق

در این پروژه بخشی از مزارع به طور کامل توسط کشاورز و مانند سابق مدیریت می‌شد (شاهد). در بخش دیگری از مزارع، فناوری‌های اشاره شده در جدول ۱ و بدون دخالت کشاورز مورد استفاده قرار گرفت (تیمار). در مزرعه ۱ که به سامانه آبیاری قطره‌ای مجهز بود، برنامه‌ریزی آبیاری براساس پایش رطوبت خاک انجام گرفت. رطوبت خاک در مزرعه در روزهای پس از هر آبیاری اندازه‌گیری و پس رسیدن به حد مورد نظر (بر اساس تخلیه ۵۰ درصد آب در دسترس خاک) آبیاری انجام شد. در

مزارع ۲ و ۳ علاوه بر برنامه‌ریزی آبیاری، نوع سامانه آبیاری نیز از جویچه‌ای به قطره‌ای نواری تغییر داده شد. مدیریت این مزارع به مدت یک فصل زراعی در سال ۱۴۰۱ انجام شد. در هر آبیاری، دبی و حجم آب داده شده به مزارع توسط فلوم‌های WSC<sup>۱</sup> و کنتورهای واسنجی شده اندازه‌گیری شد. پس از اتمام دوره آبیاری، کل حجم آب آبیاری داده شده به هر هکتار از مزارع محاسبه و عملکرد محصول نیز اندازه‌گیری گردید. از تقسیم میزان عملکرد بر حجم آب آبیاری در هر هکتار، شاخص بهره‌وری آب آبیاری محاسبه شد. در جداول ۲ تا ۵ نتایج میزان آب آبیاری مصرفی، عملکرد محصول و بهره‌وری آب در هر یک از مزارع ذرت مورد بررسی، قبل و پس از اعمال فناوری‌ها آورده شده است. در جدول ۶ نیز درصد تغییرات میزان آب آبیاری مصرفی، عملکرد محصول و بهره‌وری آب پس از اعمال فناوری‌ها نسبت به قبل از اعمال فناوری‌ها آورده شده است. اعداد منفی (-) نشان‌دهنده کاهش و اعداد مثبت (+) نشان‌دهنده افزایش آن پارامتر است. نتایج نشان می‌دهد که حجم آب آبیاری مصرفی پس از اعمال فناوری‌ها نسبت به قبل از اعمال فناوری‌ها از ۲۳ تا ۳۱ درصد کاهش داشته و به طور متوسط ۲۷ درصد کمتر شده است. با کاهش حجم آب آبیاری و اعمال سایر فناوری‌ها، نه تنها میزان عملکرد محصول کاهش نداشته، بلکه از ۱/۴ تا ۱۷/۵ و بطور میانگین ۱۱ درصد افزایش داشته است. در نتیجه میزان بهره‌وری آب نیز در سه مزرعه مورد بررسی از ۳۸ تا ۶۳ و بطور میانگین ۵۱ درصد افزایش یافته است. نیاز آبی استاندارد ذرت علوفه‌ای و دانه‌ای بر اساس سامانه تعیین نیاز آبی گیاهان کشور به ترتیب معادل ۵۴۱ و ۶۲۶ میلی‌متر است که با تبدیل آن به نیاز آبی ناخالص، با احجام آبیاری اعمال شده در مزارع تحت فناوری‌های کاهش مصرف آب همخوانی داشته، اما مقدار آب داده شده توسط کشاورزان در مزارع تحت مدیریت خود از این مقادیر بیشتر است. جداول ۲ تا ۵ نشان می‌دهد که با اعمال فناوری‌های کاهش مصرف آب، درآمد خالص هر سه مزرعه تیمار نسبت به شاهد افزایش یافته است. این درآمدها بدون در نظر گرفتن ارزش آب ۵ تا ۲۹ درصد و با در نظر گرفتن ارزش آب ۵۹ تا ۱۱۴ درصد افزایش یافت. در حالت در نظر گرفتن ارزش آب، درآمد خالص نسبت به حالت بدون در نظر گرفتن ارزش آب کمتر است، چون میزان هزینه بیشتر است، اما درصد افزایش درآمد بیشتر خواهد بود.

جدول ۲- نتایج به دست آمده از مزارع ذرت علوفه‌ای مورد بررسی قبل از اعمال فناوری‌ها

| شماره مزرعه | حجم آب آبیاری (مترمکعب بر هکتار) | عملکرد* (کیلوگرم بر هکتار) | بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب) | درآمد خالص بدون (ریال در هکتار) | درآمد خالص با (ریال در هکتار) |
|-------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| ۱           | ۷۱۶۰                             | ۷۰۰۰                       | ۹/۸۷                             | ۴۵۴                             | ۱۸۹                           |
| ۳           | ۸۰۶۰                             | ۴۰۰۰                       | ۴/۹۶                             | ۱۸۹                             | -۱۰۹                          |

\*عملکرد تر در رطوبت ۷۰ درصد

جدول ۳- نتایج به دست آمده از مزارع ذرت علوفه‌ای مورد بررسی پس از اعمال فناوری‌ها

| شماره مزرعه | حجم آب آبیاری (مترمکعب بر هکتار) | عملکرد* (کیلوگرم بر هکتار) | بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب) | درآمد خالص (میلیون ریال در هکتار) | درآمد خالص با (میلیون ریال در هکتار) |
|-------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| ۱           | ۵۲۷۰                             | ۷۱۰۰                       | ۱۳/۴۷                            | ۴۹۶                               | ۳۰۱                                  |
| ۳           | ۶۲۰۰                             | ۴۷۰۰                       | ۷/۵۸                             | ۲۴۴                               | ۱۵                                   |

\*عملکرد تر در رطوبت ۷۰ درصد

جدول ۴- نتایج به دست آمده از مزرعه ذرت دانه‌ای مورد بررسی قبل از اعمال فناوری‌ها

| شماره مزرعه | حجم آب آبیاری (مترمکعب بر هکتار) | عملکرد* (کیلوگرم بر هکتار) | بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب) | درآمد خالص بدون ارزش آب (ریال در هکتار) | درآمد خالص با ارزش آب (ریال در هکتار) |
|-------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|
| ۲           | ۱۰۸۳۰                            | ۶۹۰۰                       | ۰/۶۴                             | ۵۷۹                                     | ۱۷۹                                   |

\*عملکرد دانه خشک در رطوبت ۱۴ درصد

جدول ۵- نتایج به دست آمده از مزرعه ذرت دانه‌ای مورد بررسی پس از اعمال فناوری‌ها

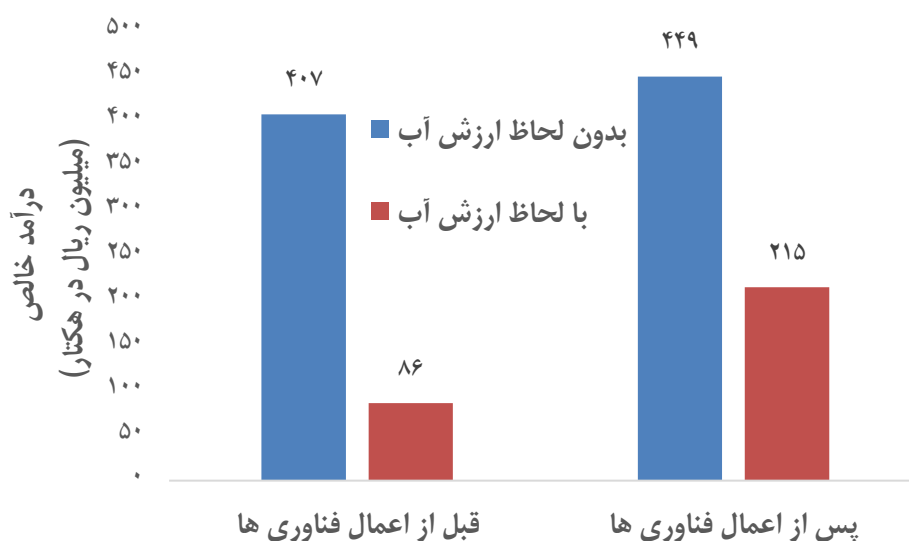
| شماره مزرعه | حجم آب آبیاری (مترمکعب بر هکتار) | عملکرد* (کیلوگرم بر هکتار) | بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب) | درآمد خالص بدون ارزش آب (ریال در هکتار) | درآمد خالص با ارزش آب (ریال در هکتار) |
|-------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|
| ۲           | ۷۵۲۰                             | ۷۸۵۰                       | ۱/۰۴                             | ۶۰۷                                     | ۳۲۹                                   |

\*عملکرد دانه خشک در رطوبت ۱۴ درصد

جدول ۶- درصد تغییرات عوامل مورد بررسی پس از اعمال فناوری‌ها

| شماره مزرعه | حجم آب آبیاری | عملکرد | بهره‌وری آب | درآمد خالص بدون ارزش آب | درآمد خالص با ارزش آب |
|-------------|---------------|--------|-------------|-------------------------|-----------------------|
| ۱           | -۲۶/۴         | +۱/۴   | +۳۷/۸       | +۹                      | +۵۹                   |
| ۲           | -۳۰/۶         | +۱۳/۸  | +۶۳/۸       | +۵                      | +۸۴                   |
| ۳           | -۲۳/۱         | +۱۷/۵  | +۵۲/۸       | +۲۹                     | +۱۱۴                  |
| میانگین     | -۲۷           | +۱۱    | +۵۱         | +۱۴                     | +۸۶                   |

شکل ۲ میانگین درآمد خالص مزارع، قبل و پس از اعمال فناوری‌ها را در دو حالت لحاظ و عدم لحاظ ارزش آب نشان می‌دهد. در مزارعی که آب را خریداری یا اجاره می‌کنند، مقدار قابل توجهی به هزینه‌های تولید محصول اضافه می‌شود. البته اگر حتی آب مورد نیاز خریداری یا اجاره نشود، هزینه‌های تجهیز و تعمیر چاه و موتورپمپ و غیره را بایستی در هزینه‌های تولید لحاظ نمود. بنابراین بهتر است در هر صورت هزینه‌های تامین آب یا به عبارتی ارزش آب لحاظ گردد. ارزش آب با بررسی های محلی معادل قیمت فروش آب در منطقه و برابر با ۳۷۰۰۰ ریال به ازای هر متر مکعب در نظر گرفته شد. با توجه به شکل ۲، بدون در نظر گرفتن ارزش آب، درآمد خالص قبل و پس از اعمال فناوری‌ها به ترتیب ۴۰۷ و ۴۴۹ میلیون ریال بر هکتار بوده که حدود ۱۰ درصد افزایش را نشان می‌دهد. با در نظر گرفتن ارزش آب، درآمد خالص قبل و پس از اعمال فناوری‌ها به ترتیب ۸۶ و ۲۱۵ میلیون ریال در هکتار خواهد بود که ۱۵۰ درصد افزایش را نشان می‌دهد. بنابراین چه ارزش آب لحاظ بشود و چه لحاظ نشود، اعمال فناوری‌ها به ویژه فناوری‌های مرتبط با صرفه‌جویی آب می‌تواند باعث افزایش درآمد خالص به دست آمده از مزرعه ذرت باشد.



شکل ۲- میانگین درآمد خالص مزارع قبل و پس از اعمال فناوری ها

#### توصیه ترویجی

استفاده از فناوری‌های مرتبط با صرفه‌جویی آب شامل استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای و برنامه‌ریزی آبیاری می‌تواند باعث کاهش قابل توجه در میزان آب آبیاری، بدون کاهش عملکرد محصول در مزارع ذرت گردد. حتی ممکن است به دلیل شستشوی کمتر مواد مغذی خاک، افزایش محصول نیز مشاهده گردد. اگرچه استفاده از فناوری‌های نوین مدیریت آبیاری هزینه‌هایی نیز در پی دارد، لیکن می‌تواند به دلیل کاهش آب آبیاری و افزایش میزان محصول، باعث افزایش درآمد خالص مزرعه گردد. تفاوت درآمد خالص قبل و پس از اعمال فناوری‌ها در مزارعی که آب را خریداری می‌کنند به مراتب بیشتر از مزارعی است که هزینه‌ای برای آب پرداخت نمی‌کنند. لذا توصیه می‌گردد که مزارع ذرت علاوه بر تجهیز به سامانه‌های آبیاری قطره‌ای، برنامه‌ریزی و مدیریت آب در مزرعه را نیز مد نظر قرار دهند.

#### فهرست منابع

- ۱- شاهرخ نیا، م.ع. ۱۳۹۱. بررسی اثر استفاده از ابزارهای برنامه ریزی آبیاری بر عملکرد و مصرف آب ذرت در دو بافت خاک. مجله آبیاری و زهکشی ایران، جلد ۶، شماره ۴، ۳۳۱-۳۴۱.
- ۲- شاهرخ نیا، م.ع. و باغانی، ج. ۱۴۰۰. بررسی میزان آب کاربردی و بهره‌وری آب مزارع سیب زمینی در شرایط زارعین استان فارس. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۳، جلد ۱۵: ۶۲۴-۶۳۵.
- ۳- شاهرخ نیا، م.ع.، به آئین، م.ع.، دهقانی سانیچ، ح.، مختاران، ع. و تقی زاده قصاب، ا. ۱۴۰۴. تاثیر مدیریت آبیاری و فناوری‌های به زراعی بر آب آبیاری، بازده اقتصادی و ردپای کربن در مزارع حاشیه تالاب‌های طشک و بختگان. مجله پژوهش آب ایران، جلد ۱۹، شماره ۳: ۲۹-۴۲.

## مدیریت هوشمند آبیاری گندم؛ راهکاری برای صرفه جویی در مصرف آب و افزایش عملکرد

مصطفی گودرزی<sup>۱\*</sup>، محمدمهدی نخجوانی مقدم<sup>۲</sup>، بهمن یارقلی<sup>۲</sup>،  
مصطفی دارابی مطلق<sup>۳</sup>



۱- استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران

۲- استادیار پژوهشی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، کرج، ایران

۳- کارشناس سازمان جهاد کشاورزی استان لرستان

E-mail: goodarzimustafa@gmail.com

### چکیده

کاهش منابع آب و افزایش فشار بر بخش کشاورزی، ضرورت بهره‌گیری از فناوری‌های نوین برای مدیریت بهینه آبیاری را بیش از پیش آشکار ساخته است. آبیاری هوشمند با استفاده از اطلاعات هواشناسی، ویژگی‌های خاک، مرحله رشد گیاه و مدل‌های تصمیم‌یار، امکان تعیین دقیق زمان و مقدار آبیاری را فراهم می‌کند و نقش مهمی در افزایش بهره‌وری مصرف آب دارد. این تحقیق با هدف ارزیابی عملکرد سامانه هوشمند «هوشاب» در شرایط واقعی مزارع گندم شهرستان الیگودرز و مقایسه آن با روش متداول آبیاری کشاورزان انجام شد. اطلاعات ارائه‌شده بر پایه نتایج یک پژوهش میدانی دو ساله تدوین شده است که در آن عملکرد سامانه هوشمند با مدیریت متداول آبیاری مقایسه گردیده است. نتایج نشان داد که استفاده از سامانه هوشمند، ضمن کاهش حدود ۱۵/۹ درصدی مصرف آب آبیاری، موجب افزایش ۸/۶ درصدی عملکرد دانه و حدود ۳۰ درصدی بهره‌وری مصرف آب شده است. این دستاوردها بیانگر آن است که مدیریت آبیاری بر پایه داده‌های واقعی مزرعه، علاوه بر جلوگیری از آبیاری‌های غیرضروری، شرایط مناسب‌تری برای رشد گیاه فراهم کرده و موجب کاهش تنش خشکی، افزایش عملکرد و کاهش هزینه‌های تولید می‌شود. با توجه به نتایج به‌دست آمده، توسعه سامانه‌های هوشمند آبیاری می‌تواند به‌عنوان یکی از راهکارهای مؤثر در مدیریت منابع آب، افزایش بهره‌وری، ارتقای درآمد کشاورزان و تحقق کشاورزی پایدار، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور، مورد توجه برنامه‌ریزان، کارشناسان و بهره‌برداران بخش کشاورزی قرار گیرد.

واژه های کلیدی: آبیاری هوشمند، هوشاب، مدیریت آبیاری، بهره‌وری مصرف آب، گندم، کشاورزی هوشمند

## بیان مسئله

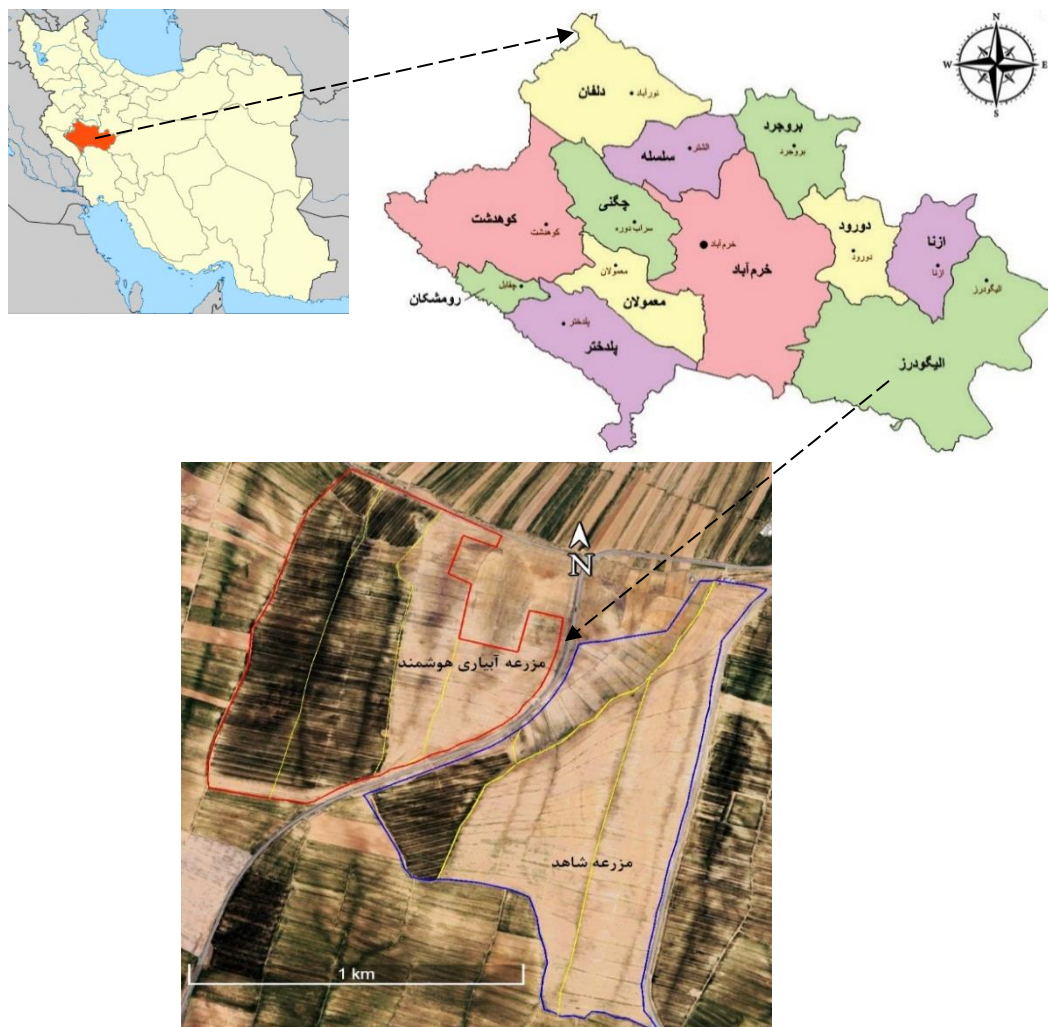
با توجه به افزایش جمعیت جهانی انتظار می‌رود که مسئله تأمین غذا، حفظ محیط زیست و آب از عمده‌ترین و چالش برانگیزترین مسائل بشر باشد. بخش کشاورزی بزرگ‌ترین مصرف‌کننده منابع آب در کشور است و در بسیاری از مناطق، محدودیت منابع آبی به یکی از مهم‌ترین چالش‌های تولید محصولات کشاورزی، به‌ویژه گندم، تبدیل شده است. از آنجایی که بخش کشاورزی ۷۰ تا ۹۰ درصد از منابع آب استحصال را به خود اختصاص می‌دهد و به عنوان بزرگترین مصرف‌کننده آب شناخته می‌شود، به کارگیری روش‌های مناسب آبیاری علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف آب می‌تواند از در حفظ منابع آب سطحی و آبخوان‌ها مؤثر باشد. همچنین، با توجه به شرایط اقلیمی کشور، وقوع تغییر اقلیم، تشدید قرائند تخلیه آبخوان‌ها و افزایش هزینه‌های تولید، به کارگیری روش‌های مناسب و هوشمند با هدف استفاده بهینه از منابع آب و افزایش بهره‌وری لازم و ضروری به نظر می‌رسد. یکی از این فناوری‌ها، سامانه‌های هوشمند مدیریت آبیاری است که با بهره‌گیری از اطلاعات هواشناسی، نیاز آبی گیاه و وضعیت رطوبت خاک، زمان و مقدار آبیاری را به‌صورت دقیق تعیین می‌کنند. (۳ و ۴).

در روش‌های سنتی آبیاری، زمان و مقدار آب مورد نیاز گیاه عمدتاً بر اساس تجربه کشاورز تعیین می‌شود. این موضوع در بسیاری از موارد باعث آبیاری زود هنگام یا دیر هنگام و مصرف بیش از نیاز آب می‌شود که علاوه بر افزایش هزینه‌های تولید، بهره‌وری مصرف آب را نیز کاهش می‌دهد. سامانه هوشمند مدیریت آبیاری «هوشاب» با بهره‌گیری از اطلاعات هواشناسی، ویژگی‌های خاک، مرحله رشد گیاه و نیاز آبی محصول، زمان و مقدار مناسب آبیاری را تعیین می‌کند و به کشاورزان کمک می‌کند تا با مصرف آب کمتر، عملکرد بیشتری به دست آورند.

با توجه به اهمیت هوشمندسازی مدیریت آبیاری در کشور، اجرای سامانه‌های آبیاری هوشمند می‌تواند نقشی اثرگذار در بهینه‌سازی مصرف آب در بخش کشاورزی داشته باشد. این پژوهش با هدف ارزیابی عملکرد سامانه هوشمند «هوشاب» در شرایط واقعی مزارع گندم شهرستان الیگودرز و مقایسه آن با روش متداول آبیاری کشاورزان انجام شد.

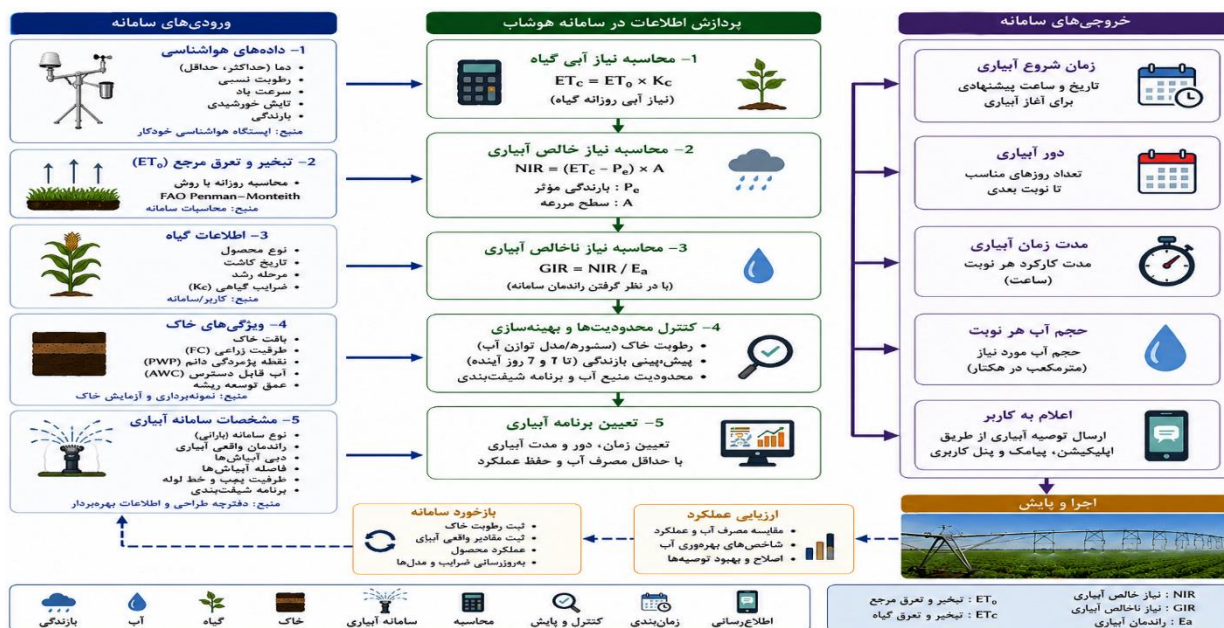
## معرفی دستاورد

محدوده مورد مطالعه در روستای خان‌آباد در ۱۲ کیلومتری جنوب شهرستان الیگودرز در استان لرستان در موقعیت جغرافیایی ۳۳°۱۴'۵۵" شمالی و ۴۹°۳۸'۴۵" در ارتفاع ۲۱۳۵ متر از سطح دریا، واقع شده است (شکل ۱). بر اساس آمار بلندمدت ایستگاه هواشناسی شهرستان الیگودرز (دوره آماری ۱۳۸۰ تا ۱۴۰۰)، اقلیم این منطقه اقلیم کوهستانی با متوسط درجه حرارت سالانه ۱۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و مرداد ماه با میانگین حداکثر دمای مثبت ۳۱ درجه سانتی‌گراد و بهمن ماه با میانگین حداقل دمای منفی ۱۲ درجه سانتی‌گراد به ترتیب گرم‌ترین و سردترین ماه سال در این محدوده می‌باشد. نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به محل اجرای طرح ایستگاه هواشناسی الیگودرز می‌باشد که در این ایستگاه متوسط بارندگی ۳۹۴ میلی‌متر، متوسط رطوبت نسبی ۵۰ درصد، تبخیر و تعرق پتانسیل در ماه اوج ۲۶۳ میلی‌متر و متوسط سرعت باد ۱۲ کیلومتر در ساعت است (۱). با توجه به شرایط اقلیمی اراضی مورد نظر برای کشت غلات و چغندر قند و صیفی‌جات مناسب می‌باشد. در الگوی زراعی مزرعه گندم، لوبیا سیب‌زمینی و یونجه به عنوان محصولات متداول در منطقه پیشنهاد شده است که محصول مورد کشت توسط بهره‌بردار شامل گندم و سیب‌زمینی می‌باشد. سامانه آبیاری مورد استفاده آبیاری بارانی کلاسیک با آبپاش متحرک می‌باشد که منبع آب آن از ایستگاه پمپاژ ثانویه سد خان‌آباد تأمین می‌گردد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محل اجرای پژوهش و استقرار مزارع تحت مدیریت سامانه هوشمند «هوشاب» و مدیریت متداول بهره‌بردار (شاهد)، به ترتیب با رنگ قرمز و آبی

سامانه هوشمند آبیاری «هوشاب» یک سامانه تصمیم‌یار مدیریت آبیاری است که با هدف بهینه‌سازی زمان و مقدار آبیاری بر اساس شرایط واقعی مزرعه توسعه یافته است. این سامانه با استفاده از اطلاعات هواشناسی، ویژگی‌های خاک، کیفیت آب آبیاری، مشخصات گیاه، تاریخ کاشت، مرحله رشد، ویژگی‌های سامانه آبیاری و سایر اطلاعات مورد نیاز، نیاز آبی گیاه را محاسبه کرده و برنامه آبیاری مناسب را در اختیار بهره‌بردار قرار می‌دهد. خروجی سامانه شامل زمان مناسب آبیاری، حجم یا مدت زمان آبیاری مورد نیاز و سایر اطلاعات مدیریتی است که از طریق نرم‌افزار یا برنامه کاربردی در اختیار کاربر قرار می‌گیرد. این برنامه مبنای مدیریت آبیاری در تیمار هوشاب قرار گرفت و عملکرد آن با مدیریت متداول کشاورز مقایسه شد. لازم به ذکر است هدف پژوهش حاضر توسعه یا اعتبارسنجی الگوریتم سامانه نبوده، بلکه ارزیابی عملکرد آن در شرایط واقعی مزرعه بوده است.



شکل ۲- فرآیند مدیریت آبیاری هوشمند در تعیین زمان و مقدار آبیاری

مساحت مزرعه مورد مطالعه در دو بخش ۷۰ هکتاری که به ترتیب با روش هوشاب و روش متداول کشاورز آبیاری شدند. دو روش مدیریت آبیاری شامل مدیریت آبیاری مبتنی بر سامانه هوشمند «هوشاب» و مدیریت متداول آبیاری توسط کشاورز مورد مقایسه قرار گرفت. اگرچه طراحی سامانه آبیاری بارانی بر اساس دفترچه طراحی و با در نظر گرفتن نیاز آبی گیاه، ظرفیت سامانه و راندمان آبیاری انجام شده بود، اما مدیریت بهره‌برداری از سامانه در دو تیمار متفاوت بود. در مزرعه شاهد، زمان و دور آبیاری بر اساس مدیریت متداول بهره‌بردار و با اتکا به تجربه عملی با دور آبیاری ثابت تعیین می‌شد، در حالی که در تیمار هوشاب، برنامه آبیاری به صورت پویا و بر اساس برآورد روزانه نیاز آبی گیاه (با استفاده از روش پنمن-مونتیث)، مرحله رشد، ویژگی‌های خاک، داده‌های هواشناسی و پیش‌بینی بارندگی به‌روزرسانی و در صورت لزوم نسبت به برنامه اولیه اصلاح می‌شد. کارایی سامانه هوشمند مدیریت آبیاری «هوشاب» در ۲ سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ و ۱۴۰۴-۱۴۰۳ ارزیابی و پایش شد. روش آبیاری مورد استفاده در مزرعه مورد مطالعه سامانه آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش‌های متحرک بود. فاصله آبپاش‌ها ۲۲×۲۲ متر و از آبپاش پروت مدل Zk<sup>۳۰</sup> استفاده شد. به منظور ارزیابی کارایی سامانه هوشمند اجرا شده شاخص‌های حجم آب آبیاری، عملکرد محصول و بهره‌وری فیزیکی آب در مزرعه اندازه‌گیری و مقایسه شدند. در شکل ۲ به طور شماتیک فرآیند مدیریت هوشمند با تلفیق اطلاعات هواشناسی، وضعیت خاک و گیاه و تعیین زمان و مقدار مناسب آبیاری که در نهایت منجر به کاهش مصرف آب و افزایش عملکرد محصول می‌شود نشان داده شده است. به‌منظور تعیین ویژگی‌های آب و خاک مزرعه مورد مطالعه، پیش از شروع اجرای آزمایش از خاک مزرعه و منبع تأمین آب نمونه‌برداری انجام شد. نتایج این اندازه‌گیری‌ها به‌عنوان مشخصات اولیه مزارع در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات آب و خاک محل اجرای آزمایش

| شوری خاک<br>(ds/m) | کربن<br>آلی (%) | شن (%) | رس (%) | سیلت (%) | بافت<br>خاک | شوری آب<br>(ds/m) | رطوبت<br>ظرفیت مزرعه<br>(%) | رطوبت نقطه<br>پژمردگی (%) |
|--------------------|-----------------|--------|--------|----------|-------------|-------------------|-----------------------------|---------------------------|
| ۱/۴                | ۰/۶             | ۵۳     | ۷      | ۴۰       | لوم<br>شنی  | ۰/۵۷              | ۱۸/۳                        | ۷/۸                       |

براساس اطلاعات و داده‌های جمع‌آوری شده سامانه هوشاب برای مزرعه مورد مطالعه طراحی گردید و با تهیه حساب دسترسی به سامانه برای بهره‌بردار، برنامه آبیاری هر قطعه از مزرعه در اختیار بهره‌بردار قرار گرفت. پس از انجام عملیات کاشت، یک نوبت آبیاری استقرار در هر دو تیمار انجام شد تا شرایط مناسب برای جوانه‌زنی و استقرار یکنواخت گیاه فراهم شود. پس از آن، برنامه آبیاری هر تیمار بر اساس روش مدیریت مربوطه اجرا گردید؛ به‌طوری‌که در تیمار شاهد، آبیاری بر اساس مدیریت متداول بهره‌بردار و در تیمار هوشاب، زمان و مقدار آبیاری بر اساس توصیه سامانه هوشمند تعیین شد. در جدول ۲ برنامه آبیاری ارائه شده توسط سامانه هوشاب و آبیاری متداول بهره‌بردار به عنوان نمونه ارائه شده است. مقایسه برنامه‌های آبیاری نشان داد که در مدیریت متداول کشاورز، دور آبیاری عمدتاً به‌صورت ثابت و بر اساس تجربه بهره‌بردار تعیین می‌شد، در حالی که در سامانه هوشمند «هوشاب»، زمان شروع آبیاری و فاصله بین دو آبیاری بر اساس نیاز واقعی گیاه، وضعیت رطوبت خاک و پیش‌بینی شرایط هواشناسی به‌صورت پویا اصلاح می‌شد.

جدول ۲- مقایسه برنامه آبیاری تیمار هوشاب و مدیریت متداول کشاورز

| آبیاری هوشمند هوشاب |            |                                                | آبیاری متداول بهره‌بردار |            |                                    |
|---------------------|------------|------------------------------------------------|--------------------------|------------|------------------------------------|
| تاریخ آبیاری        | مدت آبیاری | پیشنهادی<br>حجم آبیاری<br>(m <sup>۳</sup> /ha) | تاریخ آبیاری             | مدت آبیاری | حجم آبیاری<br>(m <sup>۳</sup> /ha) |
| ۱۴۰۳/۰۳/۲۱          | ۴:۱۵       | ۳۸۳                                            | ۱۴۰۳/۰۳/۲۴               | ۸          | —                                  |
| ۱۴۰۳/۰۳/۳۰          | ۴:۳۰       | ۴۰۵                                            | ۱۴۰۳/۰۴/۰۱               | ۸          | —                                  |
| ۱۴۰۳/۰۴/۰۶          | ۵:۳۰       | ۴۹۵                                            | ۱۴۰۳/۰۴/۰۹               | ۸          | —                                  |
| ۱۴۰۳/۰۴/۱۲          | ۶:۳۰       | ۵۸۵                                            | ۱۴۰۳/۰۴/۱۷               | ۸          | —                                  |

صحت و کفایت برنامه آبیاری ارائه شده توسط سامانه از طریق پایش رطوبت خاک در محدوده توسعه ریشه بررسی شد. نمونه‌برداری‌های میدانی در مراحل فنولوژیک کلیدی و منطبق با زمان‌بندی آبیاری انجام گرفت. دوره آبیاری در سال اول از ۵ آبان ۱۴۰۲ تا ۳۰ تیر ۱۴۰۳ و در سال دوم از ۱۰ آبان ۱۴۰۳ تا ۳۰ تیر ۱۴۰۴ به اجرا درآمد. پایش رطوبت خاک به با استفاده از حس گر رطوبت خاک (PMS-۷۱۴) انجام شد. حس گر در عمق مؤثر توسعه ریشه گیاه (۶۰-۷۰ سانتیمتر) نصب شد و درصد رطوبت حجمی خاک در فواصل زمانی مشخص اندازه‌گیری و ثبت گردید.

## - نتایج کاربردی

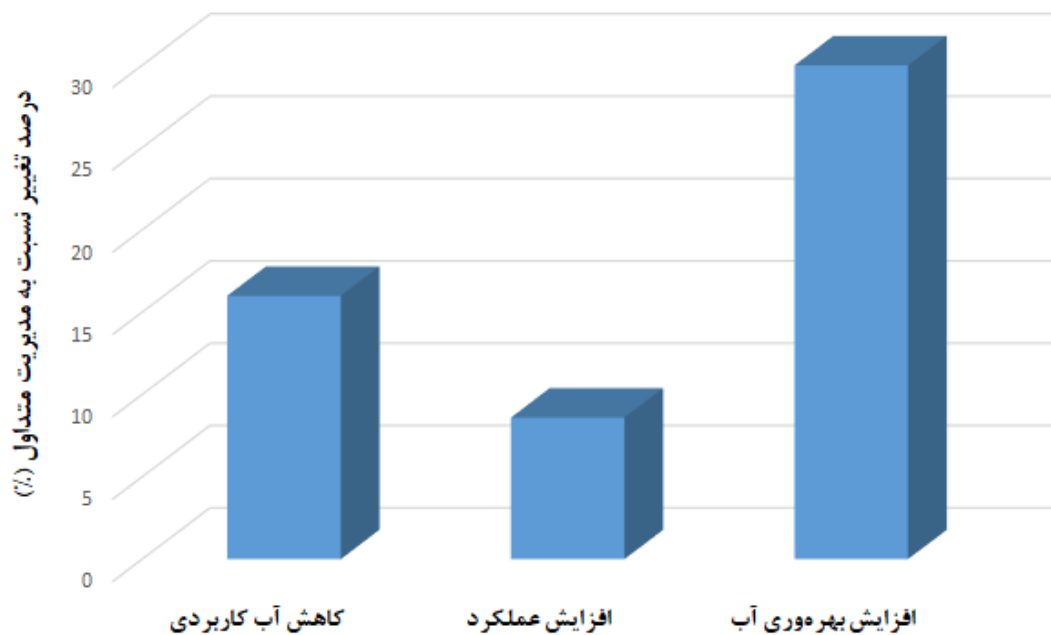
نتایج نشان داد سامانه هوشاب با تحلیل دقیق نیاز گیاه، مرحله رشد و شرایط آب‌وهوایی، برنامه آبیاری را کاملاً پویا تنظیم می‌کند. در حالی که در روش سنتی آبیاری در مزرعه شاهد، آبیاری در طول فصل با دور ثابت انجام می‌شد، هوشاب بسته به شرایط، زمان آبیاری را از ۳ ساعت تا بیش از ۶ ساعت بهینه می‌کرد. همچنین، قابلیت پیش بینی هواشناسی ۴۸ ساعته و ۸ روزه نیز امکان تصمیم‌گیری پیش‌نگر را فراهم کرده و می‌تواند از آبیاری غیر ضروری قبل از بارش جلوگیری نماید. در مدیریت متداول، دور آبیاری عمدتاً بر اساس تجربه بهره‌بردار و با تغییرات محدود در طول فصل رشد تعیین می‌شد، در حالی که در سامانه هوشمند «هوشاب»، دور آبیاری متناسب با تغییرات نیاز آبی گیاه، شرایط اقلیمی، رطوبت خاک و پیش‌بینی بارندگی به‌صورت مستمر بازنگری می‌شد. این تفاوت در مدیریت آبیاری موجب توزیع مناسب‌تر آب در طول فصل رشد، کاهش تنش رطوبتی و در نهایت کاهش مصرف آب و بهبود عملکرد محصول شد. نتایج ثبت‌شده رطوبت خاک نشان داد که در روش سنتی، خاک در بازه‌های طولانی دچار افت رطوبت می‌شود که گیاه را تحت فشار قرار می‌دهد. اما با سامانه «هوشاب»، رطوبت خاک با دقت مدیریت شده و هماهنگی کاملی بین نیاز گیاه و وضعیت خاک برقرار است. این یعنی جلوگیری از تنش‌های بیولوژیک و حفظ پتانسیل عملکرد لویا که در روش‌های آبیاری ثابت مغفول می‌ماند.

ویژگی‌های مدیریت آبیاری اعمال شده شامل تعداد دفعات آبیاری، حجم کل آب مصرفی، عملکرد محصول و بهره‌وری مصرف آب در سایت زارعی مورد مطالعه در جدول ۳ ارائه شده است. آبیاری استقرار در ابتدای فصل رشد برای هر دو تیمار به‌صورت یکسان انجام شد؛ بنابراین، تفاوت‌های مشاهده شده در مصرف آب، عملکرد و بهره‌وری آب ناشی از تفاوت در مدیریت آبیاری طی ادامه فصل رشد بوده است. حجم آب آبیاری ثبت شده در سال اول کمتر از نیاز آبی محاسباتی بود که این موضوع ناشی از شرایط خاص اجرای آزمایش در سال اول مربوط به بروز نقص فنی در سامانه پمپاژ و حذف ۲ تا ۳ نوبت آبیاری در طول فصل رشد بود. هرچند بارندگی‌های مناسب بهاره بخشی از کمبود آب را جبران کرد، اما این شرایط موجب شد عملکرد محصول در سال اول نسبت به سال دوم کمتر باشد. بنابراین، کاهش حجم آب مصرفی در سال اول نباید به عنوان مدیریت برنامه‌ریزی شده کم‌آبیاری تفسیر شود، بلکه نتیجه محدودیت‌های اجرایی آزمایش بوده است. با وجود این شرایط، مقایسه بین تیمارهای هوشاب و مدیریت متداول در هر سال زراعی همچنان نشان داد که مدیریت هوشمند آبیاری موجب استفاده بهینه‌تر از آب و بهبود بهره‌وری مصرف آب شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، میزان مصرف آب در مزرعه تحت مدیریت هوشاب نسبت به مزرعه شاهد در سال اول ۲۲/۹ درصد و در سال دوم ۱۱/۴ کاهش یافته است. همچنین میزان عملکرد محصول نسبت به مزرعه شاهد در سال اول ۵/۵ درصد و در سال دوم ۱۰/۷ افزایش داشته است. بهره‌وری مصرف آب نیز در سال اول ۳۶/۳ درصد و در سال دوم ۲۴/۳ درصد افزایش داشته است. دلیل این تغییرات نحوه مدیریت برنامه‌ریزی آبیاری در دو مزرعه بود. به گونه‌ای که در مزرعه شاهد آبیاری با دور بیشتر نسبت به روش هوشاب انجام می‌شد و گیاه در طول فصل با تنش خشکی مواجه می‌شد در حالی که در روش هوشاب تنش خشکی کمتر و در نتیجه عملکرد افزایش نشان داد.

جدول ۳- ویژگی‌های مدیریت آبیاری اعمال شده در مزرعه مورد مطالعه

| پارامتر                       | شاهد | مدیریت<br>هوشاب | پارامتر                  | شاهد | مدیریت<br>هوشاب |
|-------------------------------|------|-----------------|--------------------------|------|-----------------|
| نیاز خالص آبیاری (سند ملی)    | ۳۶۰۰ | ۳۶۰۰            | حجم آبیاری سال دوم       | ۵۶۷۲ | ۵۰۲۴            |
| نیاز خالص آبیاری (پنمن مانیت) | ۴۳۲  | ۴۳۲             | عملکرد محصول سال اول     | ۴۱۵۰ | ۴۳۸۰            |
| تعداد دفعات آبیاری سال اول    | ۵    | ۷               | عملکرد محصول سال دوم     | ۶۲۷۰ | ۶۹۴۰            |
| تعداد دفعات آبیاری سال دوم    | ۷    | ۱۰              | بهره‌وری مصرف آب سال اول | ۱/۱۳ | ۱/۵۴            |
| حجم آبیاری سال اول            | ۳۶۷۰ | ۲۸۳۰            | بهره‌وری مصرف آب سال دوم | ۱/۱۱ | ۱/۳۸            |

نتایج نشان داد میانگین مصرف آب در تیمار هوشاب به ۳۹۲۷ مترمکعب در هکتار رسید، در حالی که در مدیریت متداول کشاورز این مقدار ۴۶۷۱ مترمکعب در هکتار بود. همان‌گونه که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، استفاده از سامانه هوشمند مدیریت آبیاری «هوشاب» نسبت به روش متداول آبیاری، موجب بهبود هم‌زمان سه شاخص مهم مدیریت آب در مزرعه گندم شده است. این سامانه با تعیین دقیق زمان و مقدار آبیاری بر اساس شرایط آب‌وهوایی، ویژگی‌های خاک و مرحله رشد گیاه، توانسته است حدود ۱۶ درصد مصرف آب را کاهش دهد. از سوی دیگر، نتایج نشان می‌دهد که متوسط عملکرد دانه گندم در تیمار هوشاب به ۵۶۵۹ کیلوگرم در هکتار رسید، در حالی که در مدیریت متداول ۵۲۱۰ کیلوگرم در هکتار بود که نشان دهنده ۸/۶ درصد افزایش در عملکرد دانه می‌باشد. کاهش مصرف آب بدون افت عملکرد، نشان‌دهنده افزایش کارایی مدیریت آبیاری و جلوگیری از آبیاری‌های غیرضروری است. این موضوع بیانگر آن است که تأمین آب مورد نیاز گیاه در زمان مناسب، ضمن کاهش تنش خشکی، شرایط مطلوب‌تری برای رشد و تشکیل دانه فراهم می‌کند. در نتیجه، مدیریت صحیح آبیاری نه تنها موجب صرفه‌جویی در مصرف آب می‌شود، بلکه می‌تواند تولید محصول را نیز افزایش دهد. بیشترین تغییر مربوط به بهره‌وری مصرف آب است که حدود ۳۰ درصد افزایش یافته است. بهره‌وری مصرف آب از ۱/۱۲ کیلوگرم بر مترمکعب در روش متداول به ۱/۴۶ کیلوگرم بر مترمکعب در سامانه هوشاب افزایش یافت. این شاخص نشان می‌دهد که به ازای هر مترمکعب آب مصرفی، مقدار بیشتری محصول تولید شده است. بنابراین، استفاده از سامانه‌های هوشمند آبیاری علاوه بر کاهش هزینه‌های ناشی از مصرف آب، نقش مؤثری در افزایش بهره‌وری منابع، ارتقای درآمد کشاورزان و توسعه کشاورزی پایدار دارد. به طور کلی، نتایج شکل ۲ نشان می‌دهد که آبیاری هوشمند یک راهکار عملی و قابل اجرا برای مقابله با کمبود منابع آب و افزایش بهره‌وری تولید در مزارع گندم است و می‌تواند به‌عنوان ابزاری مؤثر در مدیریت بهینه آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور مورد استفاده قرار گیرد. به‌منظور مستندسازی شرایط اجرای پژوهش، تصویر مقایسه‌ای از دو مزرعه در انتهای مرحله پر شدن دانه و رسیدن محصول در شکل ۴ ارائه شده است. همان‌گونه که در مشاهده می‌شود، مزرعه تحت مدیریت سامانه هوشمند «هوشاب» از نظر یکنواختی استقرار و پوشش گیاهی وضعیت مطلوب‌تری نسبت به مزرعه شاهد داشت. این مشاهدات کیفی با نتایج کمی پژوهش در خصوص عملکرد و بهره‌وری مصرف آب همسو است، هرچند مبنای قضاوت نهایی، داده‌های اندازه‌گیری‌شده و تحلیل‌های آماری بود.



شکل ۳- اثر سامانه هوشمند هوشاب بر مصرف آب و عملکرد گندم

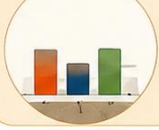


شکل ۴- تصویر مقایسه‌ای از مزرعه تحت مدیریت سامانه هوشمند و شاهد در انتهای مرحله پر شدن دانه و رسیدن محصول

نتایج این مطالعه با یافته‌های پژوهش‌های مشابه در زمینه کشاورزی دقیق و آبیاری هوشمند همخوانی دارد (۵، ۸ و ۲). داده‌های مطالعه حاضر نشان داد استفاده از سامانه هوشاب، کاهش مصرف آب را بین ۱۱ تا ۲۳ درصد محقق کرده است. نتایج به‌دست‌آمده با گزارش‌های جهانی اخیر مطابقت دارد؛ از جمله با پژوهش‌های الجو و همکاران (۲۰۲۳) (۸) که اثربخشی حسگرهای هوشمند در بهبود بهره‌وری آب و کاهش ۳۰ درصدی مصرف آن را تأیید کرده است. همچنین کوماری و همکاران (۲۰۲۴) (۷) نشان دادند که استفاده از شاخص‌های تنش آبی و رطوبت خاک در مدیریت آبیاری گندم موجب بهبود بهره‌وری مصرف آب و افزایش کارایی برنامه‌ریزی آبیاری می‌شود. نتایج پژوهش حاضر نیز نشان داد که استفاده از سامانه هوشاب با تنظیم دقیق‌تر زمان و مقدار آبیاری، امکان کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری را فراهم کرده است. با تنظیم دقیق آبیاری، تلفات ناشی از نفوذ عمقی و رواناب به حداقل رسیده و شرایط رطوبتی ایده‌آلی در ناحیه ریشه فراهم می‌شود. این موضوع که با نتایج امامی و

همکاران (۲۰۲۶) (۶) مطابقت دارد، به معنای کاهش محسوس تنش خشکی در مزرعه و در نتیجه، افزایش کارایی و عملکرد محصول است.

همان گونه که در شکل ۵ مشاهده می شود، تفاوت اصلی بین مدیریت سنتی و مدیریت هوشمند آبیاری در نحوه تصمیم گیری برای زمان و مقدار آبیاری است. در روش سنتی، آبیاری معمولاً بر اساس تجربه کشاورز، تقویم آبیاری یا مشاهده ظاهری مزرعه انجام می شود؛ در نتیجه، ممکن است آبیاری زودتر یا دیرتر از زمان مورد نیاز گیاه انجام شود و آب بیش از نیاز یا کمتر از نیاز در اختیار گیاه قرار گیرد. در مقابل، در مدیریت هوشمند، تصمیم گیری بر پایه اطلاعات واقعی مزرعه از جمله شرایط آب و هوایی، رطوبت خاک و مرحله رشد گیاه انجام می شود. این رویکرد باعث می شود آبیاری تنها در زمان مورد نیاز و به مقدار مناسب انجام شود. در نتیجه، مصرف آب کاهش یافته، تنش خشکی در گیاه کمتر شده و شرایط مطلوب تری برای رشد و تولید محصول فراهم می شود.

| مدیریت سنتی                                                                                                                                             |                                                                                                           | مدیریت هوشمند                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>دور آبیاری ثابت</b><br>بر اساس تجربه و حدس آبیاری در زمان های مشخص |  <b>برنامه آبیاری</b>    |  <b>دور آبیاری متغیر</b><br>بر اساس نیاز واقعی گیاه، شرایط هوا و رطوبت خاک |
|  <b>مصرف آب بیشتر</b><br>احتمال آبیاری بیش از نیاز گیاه و اتلاف آب    |  <b>مصرف آب</b>         |  <b>مصرف آب کمتر</b><br>آبیاری دقیق و بهینه کاهش اتلاف آب                 |
|  <b>احتمال تنش خشکی</b><br>به دلیل آبیاری دیر هنگام یا بیش از حد     |  <b>وضعیت گیاه</b>     |  <b>کاهش تنش خشکی</b><br>تأمین آب در زمان مناسب و در مقدار مورد نیاز     |
|  <b>تصمیم گیری تجربی</b><br>بر اساس تجربه و مشاهده مزرعه             |  <b>نوع تصمیم گیری</b> |  <b>تصمیم گیری داده محور</b><br>بر اساس داده های هواشناسی، خاک و گیاه    |
|  <b>بهره وری کمتر</b><br>عملکرد پایین تر به ازای هر مترمکعب آب مصرفی |  <b>بهره وری</b>       |  <b>بهره وری بیشتر</b><br>عملکرد بالاتر به ازای هر مترمکعب آب مصرفی      |

### آبیاری هوشمند؛ آب کمتر، محصول بیشتر، سود بیشتر

شکل ۵- مقایسه ساده مدیریت سنتی و آبیاری هوشمند

## توصیه ترویجی

مدیریت هوشمند آبیاری با تبدیل تصمیم‌گیری مبتنی بر تجربه به تصمیم‌گیری مبتنی بر داده، موجب افزایش بهره‌وری مصرف آب، کاهش هزینه‌های تولید و بهبود عملکرد محصول می‌شود. این فناوری یکی از ابزارهای مهم کشاورزی هوشمند و راهکاری مؤثر برای سازگاری با کمبود منابع آب و تغییرات اقلیمی در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور به شمار می‌رود. با توجه به نتایج این پژوهش:

- استفاده از سامانه‌های هوشمند مدیریت آبیاری از جمله سامانه هوشاب، در مزارع گندم مناطق نیمه‌خشک کشور، به‌ویژه در مناطقی با محدودیت منابع آب، توصیه می‌شود. این سامانه می‌تواند به عنوان یک ابزار تصمیم‌یار مؤثر، ضمن صرفه‌جویی در مصرف آب، عملکرد و بهره‌وری تولید گندم را افزایش داده و گامی مهم در جهت کشاورزی هوشمند و مدیریت پایدار منابع آب کشور باشد. استفاده از سامانه هوشمند هوشاب در مزارع گندم می‌تواند مزایای زیر را به همراه داشته باشد:

✓ کاهش مصرف آب و هزینه پمپاژ

✓ افزایش عملکرد دانه

✓ افزایش بهره‌وری مصرف آب

✓ کاهش تلفات ناشی از آبیاری بیش از حد

✓ مدیریت بهتر مزرعه در شرایط خشکسالی

✓ کمک به پایداری تولید و حفاظت از منابع آب زیرزمینی

## فهرست منابع

۱. اداره کل هواشناسی استان لرستان. ۱۴۰۲. گزارش آماری سالانه از وضعیت اقلیمی استان لرستان. خرم‌آباد: سازمان هواشناسی کشور.
۲. حقایقی مقدم، سید ابوالقاسم، وکرامتی، مجید و ذوالفقاران، اردلان. (۱۴۰۴). ارزیابی یک سامانه هوشمند آبیاری برای مدیریت آبیاری گندم در منطقه مشهد تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی ۲۶ (تابستان)، ۳۷-۵۴. doi: ۱۰.۲۲۰۹۲/idser.۲۰۲۵.۳۶۹۰۱۰.۱۶۱۳.
۳. شریف نسب، ه. ۱۴۰۱. ارزیابی استفاده از اینترنت اشیاء، در هوشمند سازی آبیاری کشاورزی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
۴. سجودی، ز. میرزایی، و سجودی. ۱۳۹۷. کاربرد اینترنت اشیا در آبیاری هوشمند. نشریه مدیریت آب در کشاورزی، ۵(۲): ۱۹-۲۸.
۵. ناصری، و.ر. عسگری، . خدایی، ک. و علیجانی. ۱۳۹۹. تاثیر آبیاری غرقابی قطره‌ای هوشمند بر نوسانات تراز سطح آب زیرزمینی با استفاده از مدل فیزیکی. فصلنامه زمین شناسی ایران، ۱۴(۵۳): ۷۵-۸۶.
۶. Emami, S., Dehghanisanij, H. & Emami, H. Intelligent irrigation management system for arid and semi-arid regions under climate change. Sci Rep ۱۶, ۱۶۴۰۱ (۲۰۲۶).
۷. Kumari, A., Singh, D. K., Sarangi, A., et al. (۲۰۲۴). Optimizing wheat supplementary irrigation: Integrating soil stress and crop water stress index for smart scheduling. Agricultural Water Management, ۳۰۵, ۱۰۹۱۰۴.
۸. Vallejo-Gomez, D., Osorio, M., & Hincapié, C. A. (۲۰۲۳). Smart irrigation systems in agriculture: A systematic review. Agronomy, ۱۳(۲), ۳۴۲.

## معرفی دور آبیاری و سطح بهینه تأمین آب گندم در سامانه بارانی تاشو(رین فلت)

نادر نادری<sup>۱\*</sup>، مریم گوهری<sup>۲</sup>



۱- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان (شاهرود)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران.

۲- دانش آموزخته شیمی دانشگاه فردوسی مشهد

Email: Naderi7367@yahoo.com

### چکیده

گندم مهم ترین محصول زراعی ایران است. با توجه به محدودیت منابع آب، افزایش بهره‌وری آب در تولید این محصول اهمیت ویژه‌ای دارد. این پژوهش با هدف تعیین دور آبیاری و سطح مناسب تأمین نیاز آبی گندم در سامانه آبیاری بارانی تاشو، در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شاهرود انجام شد. نتایج نشان داد دور آبیاری و درصد تأمین نیاز آبی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند. دوره‌های آبیاری ۴ و ۵ روز، با عملکرد ۵۴۱۰ و ۵۰۱۶ کیلوگرم در هکتار، در گروه برتر قرار گرفتند، در حالی که افزایش دور آبیاری به ۶ روز موجب کاهش ۳۰ درصدی عملکرد شد. این کاهش، با وجود اختلاف تنها دو روز، به حساسیت بالای خاک لومی‌شنی به کاهش رطوبت و تبخیر-تعرق زیاد در شرایط گرم و نیمه‌خشک منطقه نسبت داده شد. تیمارهای تأمین ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی، با عملکرد ۵۵۲۰ و ۵۲۱۸ کیلوگرم در هکتار، تفاوت محسوسی نداشتند؛ اما کاهش تأمین آب به ۶۰ درصد، عملکرد را ۳۹ درصد کاهش داد. بیشترین عملکرد (۶۳۵۲ کیلوگرم در هکتار) در دور آبیاری ۴ روز و تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی به دست آمد. بیشترین بهره‌وری آب در سطح ۸۰ درصد تأمین نیاز آبی، معادل ۳۰/۱ کیلوگرم بر مترمکعب، مشاهده شد. همچنین، بیشترین بهره‌وری آب (۱/۳۳۶ کیلوگرم بر مترمکعب) مربوط به ترکیب دور آبیاری ۴ روز و تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی بود. بنابراین، کم‌آبیاری کنترل‌شده با این ترکیب، ضمن حفظ عملکرد، موجب افزایش بهره‌وری آب شده و برای تولید پایدار گندم در شرایط محدودیت منابع آب توصیه می‌شود.

واژه های کلیدی: بهره‌وری آب، تنش رطوبتی، عملکرد دانه، کم‌آبیاری، نیاز آبی

## بیان مسئله

گندم مهم‌ترین محصول زراعی ایران و یکی از ارکان اصلی تأمین امنیت غذایی کشور به شمار می‌رود. افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به تولید مواد غذایی از یک‌سو و محدودیت منابع آب از سوی دیگر، ضرورت ارتقای بهره‌وری آب در تولید این محصول راهبردی را بیش از پیش آشکار ساخته است. بر اساس آمار رسمی وزارت جهاد کشاورزی، گندم سهم قابل‌توجهی از سطح زیر کشت و تولید محصولات زراعی کشور را به خود اختصاص داده است (۱). در عین حال، بخش کشاورزی بزرگ‌ترین مصرف‌کننده منابع آب کشور محسوب می‌شود و کاهش بارندگی، افت سطح آب‌های زیرزمینی و تداوم خشکسالی‌ها، پایداری تولید محصولات کشاورزی را با چالش‌های جدی مواجه کرده است (۱۰). بررسی راندمان آبیاری در ایران نشان می‌دهد که بخش قابل‌توجهی از آب مصرفی در فرآیند انتقال، توزیع و کاربرد مزرعه‌ای تلف می‌شود و افزایش بهره‌وری آب می‌تواند نقش مؤثری در کاهش فشار بر منابع آب و افزایش پایداری تولید ایفا کند (۸). استان سمنان نیز به دلیل قرار گرفتن در اقلیم خشک و نیمه‌خشک و وابستگی شدید کشاورزی به منابع آب زیرزمینی، از جمله مناطق حساس کشور از نظر مدیریت مصرف آب به شمار می‌رود. از این‌رو، توسعه سامانه‌های آبیاری کارآمد و تدوین برنامه‌های بهینه آبیاری برای محصولات راهبردی، به‌ویژه گندم، از اولویت‌های مهم بخش کشاورزی محسوب می‌شود.

پژوهش‌های متعددی در زمینه مدیریت آبیاری و بهره‌وری آب گندم انجام شده است. نتایج پژوهش‌ها نشان داد که دور آبیاری تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دارد (۲ و ۷). پژوهشگران بیان کردند که کاهش کنترل‌شده آب آبیاری در شرایط مناسب، می‌تواند عملکرد اقتصادی محصول را حفظ کرده و موجب افزایش بهره‌وری آب شود (۳ و ۵). سامانه آبیاری بارانی تاشو مورد استفاده در این پژوهش در مقایسه با سامانه‌های متداول آبیاری بارانی به فشار کاری کمتری نیاز دارد، از این‌رو مصرف انرژی در آن کاهش یافته و استقرار و بهره‌برداری از سامانه نیز با سهولت و سرعت بیشتری انجام می‌شود (۹). اطلاعات مربوط به تعیین مناسب‌ترین دور آبیاری و سطح تأمین آب در سامانه بارانی تاشو برای زراعت گندم در شرایط اقلیمی مناطق خشک کشور همچنان محدود است. همچنین، به منظور دستیابی به توزیع یکنواخت آب در سطح مزرعه، توصیه می‌شود لوله‌های بارانی تاشو به‌صورت عمود بر جهت شیارها نصب شوند. این آرایش سبب می‌شود قطرات آب در صورت برخورد با پوشش گیاهی در امتداد شیارها هدایت شده و رطوبت به‌طور یکنواخت در سراسر مزرعه توزیع شود (۶). ویژگی‌هایی نظیر نیاز به فشار کاری پایین، سهولت بهره‌برداری و هزینه اجرایی مناسب، این سامانه را به گزینه‌ای کارآمد برای توسعه آبیاری در مناطق کم‌آب تبدیل کرده است. با این حال، بهره‌گیری مؤثر از ظرفیت‌های این سامانه مستلزم تعیین برنامه آبیاری مناسب و شناخت واکنش گیاه به سطوح مختلف تأمین آب است. بر این اساس، در این نوشته نتایج پژوهشی درباره تعیین دور آبیاری و سطح مناسب تأمین نیاز آبی گندم در سامانه آبیاری بارانی تاشو تحت شرایط اقلیمی استان سمنان ارائه شده است. نتایج حاصل می‌تواند مبنای تدوین توصیه‌های فنی برای کاهش مصرف آب، افزایش بهره‌وری آب و بهبود پایداری تولید گندم در مناطق دارای محدودیت منابع آبی باشد.



شکل ۱- سیستم بارانی تاشو (وین فلت) در حال کار



شکل ۲- سبز شدن بذرها در مزرعه

#### معرفی دستاورد

##### ۱- عملکرد دانه گندم

عملکرد دانه مهم ترین شاخص ارزیابی موفقیت مدیریت آبیاری در زراعت گندم محسوب می شود، زیرا نتیجه نهایی تمامی فرآیندهای رشد، فتوسنتز، انتقال مواد پرورده و تشکیل دانه را منعکس می کند. در شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک کشور، مدیریت صحیح زمان و مقدار آبیاری نقش بسیار تعیین کننده ای در دستیابی به عملکرد مطلوب دارد. نیاز آبی کامل به روش پنمن - مانتیت با استفاده از داده های هواشناسی ایستگاه هواشناسی موجود در مرکز تعیین شد. نتایج این پژوهش نشان داد که هر دو عامل دور آبیاری و درصد تأمین نیاز آبی گیاه تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه گندم داشته اند. مقایسه میانگین ها و بررسی

اثر دور آبیاری بر عملکرد دانه نشان داد که تیمارهای دور آبیاری ۴ و ۵ روز به ترتیب با عملکرد ۵۴۱۰/۶ و ۵۰۱۶/۱ کیلوگرم در هکتار در گروه آماری برتر قرار گرفتند (جدول ۱). این نتایج بیانگر آن است که تأمین به‌موقع رطوبت مورد نیاز گیاه در این فاصله‌های زمانی توانسته شرایط مناسبی را برای رشد رویشی، توسعه ریشه، تشکیل سنبله و پر شدن دانه فراهم کند. در مقابل، تیمار دور آبیاری ۶ روز با میانگین عملکرد ۳۴۸۶/۸ کیلوگرم در هکتار در گروه آماری جداگانه‌ای قرار گرفت و کاهش محسوسی در عملکرد نسبت به دو تیمار دیگر نشان داد. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط این آزمایش، دور آبیاری ۵ روز حداکثر فاصله قابل قبول بین دو آبیاری است که بدون کاهش معنی‌دار عملکرد قابل استفاده می‌باشد. کاهش عملکرد مشاهده‌شده در اثر افزایش دور آبیاری از ۴ به ۶ روز، صرفاً ناشی از دو روز افزایش فاصله زمانی نیست، بلکه به تشدید و طولانی‌تر شدن تنش رطوبتی در فاصله بین دو آبیاری مربوط می‌شود. با توجه به بافت لومی‌شنی خاک محل آزمایش، ظرفیت نگهداری آب نسبتاً محدود بوده و افزایش فاصله آبیاری می‌تواند موجب کاهش سریع‌تر رطوبت قابل استفاده در ناحیه ریشه شود. در نتیجه، تداوم تنش رطوبتی می‌تواند فعالیت فتوسنتزی و تولید ماده خشک و در نهایت تشکیل و پر شدن دانه را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین، حتی افزایش دو روزه دور آبیاری در این شرایط می‌تواند اثر قابل توجهی بر عملکرد داشته باشد. زمانی که گیاه برای مدت طولانی‌تری با کمبود آب مواجه می‌شود، بخشی از انرژی خود را صرف سازگاری با تنش می‌کند و در نتیجه سهم کمتری از مواد تولیدی به اندام‌های زایشی

جدول ۱- مقایسه میانگین عملکرد دانه و بهره‌وری آب در تیمارهای مختلف

| تیمارها              | عملکرد دانه<br>(کیلوگرم در هکتار) | بهره‌وری آب آبیاری<br>(کیلوگرم بر مترمکعب) |
|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|
| دور آبیاری:          |                                   |                                            |
| ۴                    | ۵۴۱۰/۶ <sup>a</sup>               | ۱/۱۶۹ <sup>a</sup>                         |
| ۵                    | ۵۰۱۶/۱ <sup>a</sup>               | ۱/۰۷۷ <sup>a</sup>                         |
| ۶                    | ۳۴۸۶/۸ <sup>b</sup>               | ۰/۷۵۸ <sup>b</sup>                         |
| سطح تأمین آب آبیاری: |                                   |                                            |
| ۱۰۰                  | ۵۵۲۰/۷ <sup>a</sup>               | ۰/۹۵۶ <sup>b</sup>                         |
| ۸۰                   | ۵۲۱۸/۴ <sup>a</sup>               | ۱/۱۳۰ <sup>a</sup>                         |
| ۶۰                   | ۳۱۷۴/۳ <sup>b</sup>               | ۰/۹۱۸ <sup>b</sup>                         |

اختصاص می‌یابد. این موضوع در نهایت باعث کاهش عملکرد نهایی می‌شود. نتایج این تحقیق با یافته‌های صنوبر و همکاران (۷) همخوانی دارد. آنان با بررسی اثر دورهای مختلف آبیاری بر ژنوتیپ‌های گوناگون گندم گزارش کردند که دورهای آبیاری ۸ و ۱۰ روز بیشترین عملکرد دانه را تولید کردند، در حالی که افزایش بیشتر فاصله بین آبیاری‌ها باعث کاهش عملکرد شد.

جدول ۲- حجم آب مصرفی و مقایسه میانگین اثر متقابل دور و سطح آبیاری بر عملکرد دانه

| تأمین آب آبیاری (درصد)          |                           |                                 |                           |                                 |                           |                  |
|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|------------------|
|                                 |                           |                                 |                           |                                 |                           | دور آبیاری (روز) |
| ۶۰                              |                           | ۸۰                              |                           | ۱۰۰                             |                           |                  |
| حجم آب مصرفی (مترمکعب در هکتار) | عملکرد (کیلوگرم در هکتار) | حجم آب مصرفی (مترمکعب در هکتار) | عملکرد (کیلوگرم در هکتار) | حجم آب مصرفی (مترمکعب در هکتار) | عملکرد (کیلوگرم در هکتار) |                  |
| ۳۴۶۱/۰                          | ۳۷۰۶/۸ <sup>d</sup>       | ۴۶۲۰/۰                          | ۶۱۷۲/۵ <sup>a</sup>       | ۵۷۷۴/۰                          | ۶۳۵۲/۴ <sup>a</sup>       | ۴                |
| ۳۴۶۱/۰                          | ۳۲۹۷/۷ <sup>e</sup>       | ۴۶۲۰/۰                          | ۵۶۴۵/۰ <sup>b</sup>       | ۵۷۷۴/۰                          | ۶۱۰۵/۵ <sup>a</sup>       | ۵                |
| ۳۴۶۱/۰                          | ۲۵۱۸/۴ <sup>f</sup>       | ۴۶۲۰/۰                          | ۳۸۳۷/۷ <sup>cd</sup>      | ۵۷۷۴/۰                          | ۴۱۰۴/۲ <sup>c</sup>       | ۶                |



شکل ۳- برداشت خوشه‌های گندم در مزرعه

بررسی اثر درصد تأمین نیاز آبی نیز نشان داد که تیمارهای ۱۰۰ و ۸۰ درصد تأمین نیاز آبی به ترتیب با عملکرد ۵۵۲۰/۷ و ۵۲۱۸/۴ کیلوگرم در هکتار در گروه آماری برتر قرار داشتند. لذا می‌توان بخشی از آب مصرفی را بدون کاهش محسوس عملکرد صرفه‌جویی کرد. در مقابل، تیمار ۶۰ درصد تأمین نیاز آبی با عملکرد ۳۱۷۴/۳ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار عملکرد را به

خود اختصاص داد (جدول ۱). این نتایج بیانگر آن است که تنش ملایم کم‌آبی تأثیر منفی چندانی بر تولید دانه ندارد، اما تشدید تنش و کاهش بیش از حد آب مصرفی به افت شدید عملکرد منجر می‌شود. بر اساس نتایج این پژوهش، کاهش میزان آبیاری از ۱۰۰ به ۸۰ درصد نیاز آبی امکان‌پذیر است و می‌تواند بدون کاهش معنی‌دار عملکرد اجرا شود. این موضوع از نظر مدیریت منابع آب اهمیت زیادی دارد، زیرا در مناطق دارای محدودیت آب می‌توان با صرفه‌جویی حدود ۲۰ درصدی در مصرف آب، عملکرد قابل قبولی را حفظ کرد. با این حال، کاهش تأمین آب از ۸۰ به ۶۰ درصد نیاز آبی باعث شد عملکرد دانه حدود ۳۹/۱۷ درصد کاهش یابد که نشان‌دهنده عبور از آستانه تحمل گیاه نسبت به تنش خشکی است. حاجی‌آبادی و همکاران (۳) گزارش نمودند که کاهش تأمین آب به کمتر از ۷۵ درصد نیاز آبی موجب افت معنی‌دار عملکرد دانه می‌شود.

بررسی اثر متقابل دور آبیاری و درصد تأمین نیاز آبی نشان داد که عملکرد دانه از ۲۵۱۸/۴ تا ۶۳۵۲/۴ کیلوگرم در هکتار متغیر بوده و میانگین کلی آن ۴۶۳۷/۸ کیلوگرم در هکتار است (جدول ۲). این دامنه وسیع تغییرات نشان می‌دهد که مدیریت آبیاری می‌تواند تأثیر بسیار زیادی بر عملکرد گندم داشته باشد و در صورت اعمال مدیریت نامناسب، عملکرد تا حدود ۶۰/۳۵ درصد کاهش یابد. بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمارهای دور آبیاری ۴ روز با ۱۰۰ درصد تأمین نیاز آبی، دور آبیاری ۴ روز با ۸۰ درصد تأمین نیاز آبی و دور آبیاری ۵ روز با ۱۰۰ درصد تأمین نیاز آبی بود که به ترتیب عملکردی برابر با ۶۳۵۲/۴، ۶۱۷۲/۵ و ۶۱۰۵/۵ کیلوگرم در هکتار تولید کردند و در گروه آماری برتر قرار گرفتند. این نتایج نشان می‌دهد که تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی در شرایط دور آبیاری مناسب می‌تواند عملکردی مشابه آبیاری کامل ایجاد کند. در مقابل، کمترین عملکرد مربوط به تیمار دور آبیاری ۶ روز همراه با ۶۰ درصد تأمین نیاز آبی بود که تنها ۲۵۸۱/۴ کیلوگرم در هکتار عملکرد تولید کرد (جدول ۲). نتایج همچنین نشان داد در هر یک از دوره‌های آبیاری ۴، ۵ و ۶ روز، کاهش تأمین آب از ۸۰ به ۶۰ درصد نیاز آبی موجب افت شدید عملکرد شده است. این موضوع نشان می‌دهد که اثرات منفی کاهش مقدار آب و افزایش فاصله آبیاری به صورت هم‌زمان تشدید شده و شدت تنش خشکی را افزایش می‌دهد. در واقع زمانی که فاصله بین آبیاری‌ها افزایش می‌یابد و همزمان حجم آب مصرفی نیز کاهش پیدا می‌کند، رطوبت خاک سریع‌تر به محدوده بحرانی می‌رسد و گیاه برای مدت طولانی‌تری تحت تنش قرار می‌گیرد. در چنین شرایطی فتوسنتز، جذب عناصر غذایی و انتقال مواد پرورده به دانه‌ها محدود شده و در نهایت عملکرد کاهش می‌یابد (۷).

## ۲- بهره‌وری آب

بهره‌وری آب یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی موفقیت مدیریت آبیاری در مناطق کم‌آب به شمار می‌رود. این شاخص بیان می‌کند که به ازای هر واحد آب مصرف شده چه مقدار محصول تولید شده است. بنابراین هدف اصلی در کشاورزی پایدار تنها افزایش عملکرد نیست، بلکه دستیابی به بیشترین تولید با کمترین مصرف آب نیز اهمیت فراوانی دارد. نتایج این تحقیق نشان داد که هر دو عامل دور آبیاری و درصد تأمین نیاز آبی تأثیر معنی‌داری بر بهره‌وری آب داشتند. تیمارهای دور آبیاری ۴ و ۵ روز به ترتیب با بهره‌وری آب ۱/۱۶۹ و ۱/۰۷۷ کیلوگرم بر مترمکعب در گروه آماری برتر قرار گرفتند (جدول ۱). این دو تیمار همچنین بیشترین عملکرد دانه را نیز تولید کردند. در مقابل، تیمار دور آبیاری ۶ روز با بهره‌وری آب ۰/۷۵۸ کیلوگرم بر مترمکعب در گروه آماری جداگانه‌ای قرار گرفت و کمترین مقدار بهره‌وری را نشان داد. کاهش بهره‌وری آب در دور آبیاری ۶ روز را می‌توان ناشی از افت عملکرد در نتیجه تنش خشکی دانست. افزایش فاصله بین آبیاری‌ها سبب کاهش رطوبت خاک و محدود شدن جذب آب توسط ریشه می‌شود. در نتیجه میزان فتوسنتز کاهش یافته و تولید مواد خشک گیاه محدود می‌گردد. کاهش فتوسنتز همچنین انتقال مواد پرورده به اندام‌های زایشی را مختل کرده و در نهایت عملکرد دانه کاهش می‌یابد. از آنجا که بهره‌وری آب رابطه مستقیمی با عملکرد دارد، افت عملکرد منجر به کاهش بهره‌وری آب نیز می‌شود. صنوبر و همکاران (۷)

نیز گزارش کردند که افزایش تنش خشکی از طریق کاهش فعالیت فتوسنتزی و اختلال در انتقال مواد فتوسنتزی باعث کاهش بهره‌وری مصرف آب می‌شود.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل دور و سطح تامین آب آبیاری بر بهره‌وری آب آبیاری  
(کیلوگرم بر متر مکعب آب)

| دور آبیاری<br>(روز) | سطح تامین آب آبیاری (درصد) |                    |                    |
|---------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|
|                     | ۶۰                         | ۸۰                 | ۱۰۰                |
| ۴                   | ۱/۰۷۱ <sup>c</sup>         | ۱/۳۳۶ <sup>a</sup> | ۱/۱۰۰ <sup>c</sup> |
| ۵                   | ۰/۹۵۳ <sup>d</sup>         | ۱/۲۲۲ <sup>b</sup> | ۱/۰۵۷ <sup>c</sup> |
| ۶                   | ۰/۷۲۹ <sup>f</sup>         | ۰/۸۳۲ <sup>e</sup> | ۰/۷۱۲ <sup>f</sup> |

بررسی اثر درصد تامین نیاز آبی نشان داد که تیمار ۸۰ درصد تامین نیاز آبی با میانگین بهره‌وری آب ۱/۱۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین مقدار بهره‌وری را دارا بود و در گروه آماری برتر قرار گرفت. تیمارهای ۱۰۰ و ۶۰ درصد تامین نیاز آبی به ترتیب با بهره‌وری ۰/۹۵۶ و ۰/۹۱۸ کیلوگرم بر مترمکعب در گروه آماری بعدی قرار داشتند (جدول ۱). این نتایج بیانگر آن است که تامین ۸۰ درصد نیاز آبی بهترین تعادل را میان مصرف آب و عملکرد محصول ایجاد کرده است. در این شرایط اگرچه مقدار آب مصرفی کمتر از آبیاری کامل بوده، اما عملکرد تقریباً حفظ شده و در نتیجه بهره‌وری آب افزایش یافته است. در مقابل، در تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی، شدت تنش به اندازه‌ای بوده که افت عملکرد حاصل از کم‌آبی بیشتر از صرفه‌جویی در مصرف آب بوده و بنابراین بهره‌وری آب کاهش یافته است. نتایج حاضر با یافته‌های جلیلی (۲) و همچنین حاجی‌آبادی و همکاران (۳) مطابقت دارد که گزارش کردند کاهش تامین آب به کمتر از حدود ۷۵ درصد نیاز آبی موجب افت بهره‌وری آب می‌شود.

بررسی اثر متقابل دور آبیاری و درصد تامین نیاز آبی نشان داد که بیشترین بهره‌وری آب آبیاری با مقدار ۱/۳۳۶ کیلوگرم بر مترمکعب مربوط به تیمار دور آبیاری ۴ روز همراه با ۸۰ درصد تامین نیاز آبی بود (جدول ۳). این تیمار با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت و بهترین وضعیت استفاده از آب را نشان داد. پس از آن تیمار دور آبیاری ۵ روز با ۸۰ درصد تامین نیاز آبی و بهره‌وری ۱/۲۲۲ کیلوگرم بر مترمکعب در رتبه بعدی قرار گرفت. کمترین مقدار بهره‌وری آب برابر ۰/۷۱۲ کیلوگرم بر مترمکعب و مربوط به تیمار دور آبیاری ۶ روز با ۱۰۰ درصد تامین نیاز آبی بود. این نتایج نشان می‌دهد که صرف افزایش حجم آب مصرفی لزوماً موجب افزایش بهره‌وری آب نمی‌شود، بلکه زمان‌بندی مناسب آبیاری و جلوگیری از وقوع تنش شدید رطوبتی اهمیت بیشتری دارد. دهقانی سانج و همکاران (۴) نیز کارایی مصرف آب گندم را در شرایط آبیاری کامل بین ۰/۴ تا ۱/۳ کیلوگرم بر مترمکعب و در شرایط کم‌آبیاری تا حدود ۱/۷ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش کردند که با دامنه نتایج به‌دست آمده در این تحقیق همخوانی دارد. محققین گزارش کرده‌اند که تنش‌های شدید خشکی از طریق تسریع پیری برگ و کاهش دوره پر شدن دانه، از وزن دانه می‌کاهد و این مساله افت شدید عملکرد و بهره‌وری آب را در پی دارد (۷) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. همچنین افزایش تعداد آبیاری‌ها در مراحل پایانی رشد گندم (اوایل بهار) مخصوصاً آبیاری‌های کم حجم

با دور آبیاری کوتاه به عنوان روش موثری در افزایش طول پر شدن دانه و در نتیجه بهبود عملکرد و بهره‌وری آب گندم معرفی شده است (۵).

به‌طور کلی، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در سامانه آبیاری بارانی تاشو، دور آبیاری و سطح تأمین نیاز آبی باید به‌صورت توأم مدیریت شوند. در خاک لومی‌شنی مورد مطالعه، دور آبیاری ۴ روز همراه با تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی، بدون کاهش معنی‌دار عملکرد دانه نسبت به تأمین کامل آب، بیشترین بهره‌وری آب را ایجاد کرد. این نتیجه نشان می‌دهد که کاهش کنترل‌شده حجم آب مصرفی، در صورت حفظ فاصله مناسب بین آبیاری‌ها، می‌تواند بدون ایجاد تنش شدید رطوبتی به افزایش بهره‌وری آب منجر شود؛ درحالی‌که افزایش فاصله آبیاری تا ۶ روز، حتی در سطح تأمین کامل نیاز آبی، موجب کاهش عملکرد و بهره‌وری آب شد. بنابراین، کم‌آبیاری کنترل‌شده همراه با زمان‌بندی مناسب آبیاری می‌تواند به‌عنوان راهبردی مناسب برای تولید پایدار گندم در شرایط محدودیت منابع آب توصیه شود.

### توصیه ترویجی

با توجه به نتایج این پژوهش، به کشاورزان مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور، به‌ویژه استان سمنان، می‌توان توصیه نمود، برای کشت گندم در سامانه آبیاری بارانی تاشو از راهبرد کم‌آبیاری کنترل‌شده استفاده کنند. نتایج نشان داد که تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه همراه با دور آبیاری ۴ روزه، ضمن حفظ عملکرد دانه در سطح مطلوب، موجب افزایش بهره‌وری آب و کاهش مصرف آب آبیاری می‌شود. این موضوع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا در شرایط کمبود منابع آب، صرفه‌جویی حدود ۲۰ درصدی در مصرف آب بدون کاهش معنی‌دار عملکرد، می‌تواند ضمن حفظ منابع آبی، پایداری تولید را افزایش دهد. همچنین توصیه می‌شود هنگام استفاده سامانه بارانی تاشو کشاورزان از افزایش بیش‌ازحد فاصله بین دو آبیاری، به‌ویژه دور آبیاری ۶ روزه، خودداری کنند؛ زیرا این شرایط باعث تشدید تنش خشکی، کاهش عملکرد دانه و افت بهره‌وری آب می‌شود. توسعه کاربرد سامانه آبیاری بارانی تاشو همراه با برنامه‌ریزی علمی آبیاری، علاوه بر کاهش هزینه‌های تأمین و انتقال آب، موجب افزایش بهره‌وری آب، حفظ منابع طبیعی و ارتقای امنیت غذایی خواهد شد. از این‌رو، ترویج این فناوری و آموزش نحوه بهره‌برداری صحیح از آن می‌تواند به عنوان یکی از راهکارهای مؤثر مدیریت آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور مورد توجه قرار گیرد.

### فهرست منابع

۱. بی‌نام، ۱۴۰۰. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۹. جلد اول محصولات زراعی. دفتر آمار و فناوری اطلاعات معاونت برنامه ریزی و اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ۹۷ صفحه.
۲. جلیلی، محمد. ۱۳۹۲. تاثیر مقادیر و زمان قطع آب آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب ارقام گندم در روش آبیاری بارانی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۱۴، شماره ۱، صفحه ۱۲-۱.
۳. حاجی‌آبادی، فاطمه؛ فرزاد حسن‌پور؛ مصطفی یعقوب‌زاده؛ حسین حمادی و سیدمحسن سیدی. ۱۴۰۰. اثر تیمارهای کم‌آبیاری و شوری آب بر واکنش‌های رشدی و عملکردی گندم رقم سیروان. تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، جلد ۱۱، شماره ۲، صفحه ۶۳-۵۱.
۴. دهقانی سانچ، حسین؛ محمد مهدی نخجوانی مقدم و مهدی اکبری. ۱۳۸۷. بررسی کارایی مصرف آب بر اساس مزایای نسبی مناطق کم‌آبیاری. مجله آبیاری و زهکشی ایران، جلد ۲، شماره ۱، صفحه ۹۱-۷۷.

۵. رحیمی، زینب؛ فرزاد حسین پناهی و عیسی سی و سه مرده. ۱۳۹۸. ارزیابی عملکرد، کارایی مصرف آب و نور در ارقام حساس و مقاوم به خشکی گندم تحت سطوح مختلف آبیاری. تولید و ژنتیک گیاهی، جلد ۲، شماره ۱، صفحه ۳۴-۱۹.
۶. رودبانی، جهانگیر؛ جواد مظفری و سیداسدالله محسنی موحد. ۱۴۰۰. مقایسه عملکرد لوبیا در سیستم‌های آبیاری شیاری، تیپ و رین‌فلت. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد ۲۸، شماره ۲، صفحه ۱۹۵-۲۱۰.
۷. صنوبر، علی؛ سید علی طباطبایی و فرهاد دهقانی. ۱۳۸۹. اثر دور آبیاری بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و شاخص برداشت ژنوتیپ‌های گندم نان در منطقه یزد. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی، جلد ۳، شماره ۲، صفحه ۹۵-۱۰۴.
۸. عباسی، فریبرز؛ فرحناز سهراب و نادر عباسی. ۱۳۹۶. ارزیابی وضعیت راندمان آب آبیاری در ایران. تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی (تحقیقات مهندسی کشاورزی سابق)، جلد ۱۷، شماره ۶۷، صفحه ۱۲۰-۱۱۳.
۹. نادری، نادر. ۱۴۰۱. بررسی اثر دور آبیاری و مقدار آب بر بهره‌وری آب گندم در روش آبیاری بارانی رین‌فلت. گزارش پژوهشی، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج، ایران.
۱۰. Nasser, A. ۲۰۱۸. Energy use and economic analysis for wheat production by conservation tillage along with sprinkler irrigation. Science of the total Environment. ۶۴۸ (۱۵): ۴۵۰-۴۵۹.